

Erste Erfahrungen in der Begutachtung einer neuen Berufskrankheit Gonarthrose (BK 2112)

Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades doctor medicinae (Dr. med.)

Vorgelegt dem Rat der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena

von Gordon Dwornik

geboren am 06.02.1978 in Luckenwalde, Deutschland

Gutachter:

- 1. Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G.O. Hofmann, Jena, Halle (Saale)**
- 2. PD Dr. med. habil. G. Spahn, Eisenach**
- 3. Prof. Dr. med. D. Wohlrab, Halle (Saale)**

Tag der öffentlichen Verteidigung: 16.02.2016

Abkürzungsverzeichnis

ALAT	Alanin-Aminotransferase
ASAT	Aspartat-Aminotransferase
BMAS	Bundesministerium für Arbeit und Soziales
BMGS	Bundesministerium für Gesundheit und Soziales
BMI	Body Mass Index
BG	Berufsgenossenschaft
BK	Berufskrankheit
BKV	Berufskrankheiten-Verordnung
BSR	Blutsenkungsreaktion
CRP	C-reaktives Protein
DAG	Deutsche Adipositas Gesellschaft
DGOU	Deutsche Gesellschaft für Orthopädie und Unfallchirurgie
DGUV	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung
ft3	Trijodthyronin
ft4	Tetrajodthyronin
GFR	Glomeruläre Filtrationsrate
GOT	Glutamat-Oxalacetat-Transaminase
GPT	Glutamat-Pyruvat-Transaminase
Hb	Hämoglobin/Hämoglobinkonzentration
HbA1c	Glykohämoglobin
HDL	High Density Lipoprotein
Hk	Hämatokrit
HVK	Heilverfahrenskontrolle
ICRS	International Cartilage Repair Society
KG	Körpergewicht
KO	Körperoberfläche
KOOS	Knee injury and osteoarthritis osteoarthritis outcome score
LDL	Low Density Lipoprotein
MCH	Mean Corpuscular Hemoglobin, mittlerer korpuskulärer Hämoglobingehalt
MCHC	Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration, mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration

MCV	Mean Corpuscular Volume, mittleres korpuskuläres Volumen
MRT	Magnetresonanztomografie
ROM	Range of motion, Bewegungsausmaß
RDW	Red Blood Cell Distribution Width, Erythrozytenverteilungsbreite
TAD	Technischer Aufsichtsdienst, jetzt Präventionsdienst
TSH	Thyreoidea-stimulierendes Hormon, Thyreotropin, thyreotropes Hormon
WOMAC	Western Ontario and McMaster's University Osteoarthritis Index
WORMS	Whole-organ Magnetic Resonance Imaging Score

INHALTSVERZEICHNIS

1	ZUSAMMENFASSUNG	5
2	EINLEITUNG	7
	2.1. Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes	8
	2.2. Definition, Risikofaktoren und Entstehung der Gonarthrose	9
	2.3. Das Krankheitsbild der Gonarthrose	11
	2.3.1. Anamnese	12
	2.3.2. Klinische Untersuchung	12
	2.3.3. Bildgebung	13
	2.3.4. Labordiagnostik	13
	2.4. Klassifikationssysteme	13
	2.4.1. Stadieneinteilung/Klassifikation von Knorpelschäden	14
	2.4.2. Einteilung nach funktionellen Gesichtspunkten	15
	2.4.3. Radiologische Einteilungen	17
	2.4.3.1. Konventionelle Röntgendiagnostik	17
	2.4.3.2. Kernspintomografie	22
	2.5. Die Gonarthrose als Berufskrankheit	24
	2.6. Zielsetzung der Arbeiten	28
3	METHODIK	29
	3.1. Kollektiv	29
	3.2. Datenerhebung	31
	3.2.1. Anamnese	32
	3.2.2. Klinische Untersuchung	33
	3.2.3. Klinische Chemie/Laboruntersuchung	33
	3.2.4. Projektionsradiografie	34
	3.2.5. Kernspintomografie	35
	3.2.6. Statistische Auswertung	36
4	ERGEBNISSE	37
	4.1. Anamnese	37
	4.2. Klinische Untersuchung	39
	4.3. Laboruntersuchung	40
	4.4. Konventionelle Röntgendiagnostik	42
	4.5. Kernspintomografie	42

	4.6. Korrelationsanalyse	44
	4.7. Ergebnisse der Heilverfahrenskontrollen	47
5	DISKUSSION	50
	5.1. Besteht ein belastungskonformes Schädigungsbild einer Berufskrankheit Gonarthrose?	50
	5.2. Die Rolle der Kernspintomografie in der Begutachtung der Berufskrankheit Gonarthrose	52
	5.3. Die Bewertung der Risikofaktoren	54
	5.4. Übergewicht und Metabolisches Syndrom	56
	5.5. Nikotinabusus	58
	5.6. Vorverletzungen, Bandinstabilitäten	58
	5.7. Achsfehlstellungen	59
	5.8. Sportliche Betätigung	60
	5.9. Genetische Disposition	61
	5.10. Expositionsdauer	61
	5.11. „Sonderfall“: Einseitiger Befall	63
	5.12. Methodenkritische Anmerkungen	63
6	SCHLUSSFOLGERUNGEN	66
7	LITERATURVERZEICHNIS	68
8	ANHANG	81
	8.1. Anamnesebogen	81
	8.2. KOOS-Kniefragebogen	86
	8.3. Klinischer Untersuchungsbogen	90
9	LEBENS LAUF, PUBLIKATIONEN, VORTRÄGE	94
	9.1. Lebenslauf	94
	9.2. Publikationen und Vorträge	95
	9.2.1. Publikationen	95
	9.2.2. Vorträge	96
10	DANKSAGUNG	97
11	EHRENWÖRTLICHE ERKLÄRUNG	98

1 Zusammenfassung

Einleitung und Zielsetzung: Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung der Wissenschaftlichen Begründung zur Berufskrankheit Gonarthrose im Jahr 2005 bestanden weder Erfahrungen in der Begutachtung, noch eine Analyse der konkurrierenden außerberuflichen Faktoren. 2009 wurde die Gonarthrose in das Verzeichnis der Berufskrankheiten unter der Nummer 2112 aufgenommen (Pressemitteilung der DGUV am 05.08.2009). Bis dato wurden zwar Untersuchungen initiiert, eine Definition des belastungskonformen Schädigungsbildes und eine praktisch umsetzbare Begutachtungsempfehlung blieben aus. Die Notwendigkeit belegten die Zahlen der Verdachtsanzeigen. So wurden im Jahr der Einführung der BK 2112 bereits 1076 Verdachtsanzeigen gestellt, im darauffolgenden Jahr stieg die Zahl um 68 Prozent.

In unserer Arbeit, die unter den oben genannten Voraussetzungen durchgeführt wurde, versuchten wir, ein belastungskonformes Schädigungsbild und Krankheitsbild einer BK 2112 zu beschreiben, eventuell vorhandene konkurrierende Faktoren zu analysieren und zu bewerten und die praktische Umsetzbarkeit in der Begutachtung zu überprüfen.

Probanden und Methodik: Von Juli 2007 bis Januar 2009 wurden uns 97 Versicherte zur Heilverfahrenskontrolle vorgestellt. Hierbei sollte geprüft werden, ob eine berufsbedingte Gonarthrose vorliegt. Alle Versicherten waren männlich, das Durchschnittsalter betrug $56,8 \pm 7,44$ Jahre. Die mittlere kumulative Stundenzahl kniebelastender Tätigkeit, die uns in 60 Fällen vorlag, war mit $19330 \pm 8896,55$ Stunden zu benennen. Alle Versicherten wurden (nach standardisiertem Schema) zur Anamnese und Beschwerden befragt und klinisch untersucht. Zudem erfolgte die Abfrage zu funktionellen Beschwerden auf freiwilliger Basis anhand des modifizierten KOOS. Zusätzlich wurde die bildgebende Diagnostik in Form von Röntgenaufnahmen und, wenn möglich, eine Kernspintomografie beider Kniegelenke durchgeführt. Ergänzend erfolgte eine laborchemische Untersuchung. Nach Einzelfallbegutachtung sprachen wir dem Versicherungsträger eine Empfehlung zur Anerkennung oder Ablehnung einer berufsbedingten Gonarthrose aus. Zur wissenschaftlichen Aufarbeitung wurden die gewonnenen Daten nach Abschluss der Untersuchungen numerisch gewichtet und gegeneinander korreliert. Zudem wurde

versucht, anhand der bildgebende Befunde ein belastungskonformes Schädigungsbild zu definieren.

Ergebnisse: Eine Empfehlung zur Anerkennung wurde in 15 Fällen, zur Ablehnung in 57 Fällen ausgesprochen. Weitere 10 Versicherte erfüllten die arbeitstechnischen Eingangsvoraussetzungen nicht, bei 15 Versicherten war eine retrospektive Beurteilung aufgrund bereits erfolgter endoprothetischer Ersatzoperation nicht möglich. In die wissenschaftliche Analyse flossen alle Fälle ein. Die Empfehlungen orientierten sich an der Wissenschaftlichen Begründung von 2005 und der eigenen klinischen Erfahrung der Gruppe.

Die signifikanteste Korrelation bestand zwischen den Ergebnissen der konventionellen Röntgendiagnostik und der Kernspintomografie. Weitere Korrelationen waren zwischen KOOS und bildgebender Diagnostik, zwischen dem Summenscore der außerberuflichen Faktoren und den bildgebenden Befunden sowie zwischen BMI, Bildgebung und KOOS zu erheben. Teilweise bestanden auch Zusammenhänge zwischen der Beschwerdeintensität, Projektionsradiografie und KOOS. Korrelationen zur kumulativen Kniebelastung ließen sich nicht herstellen.

Eine Definition eines belastungskonformen Schädigungsbildes gelang nicht. Es ließ sich keine gehäufte Degeneration in bestimmten oder vermuteten Abschnitten der Kniegelenke finden.

Schlussfolgerung: Ein belastungskonformes Schädigungsbild kann durch uns nicht definiert werden. Bis heute ist die Beschreibung eines solchen nicht bekannt. Außerberufliche Risikofaktoren bedürfen eines Beweises und der Einzelfallanalyse. Ihr Vorhandensein führt nicht zwingend zur Ablehnung einer BK 2112. Die MRT ist der Röntgendiagnostik überlegen, jedoch, ebenso wie die Labordiagnostik, als fakultative bzw. ergänzende Untersuchung anzusetzen. Vorhandene Befunde sind in die Bewertung einzubeziehen. Die Bewertungen wurden auf hypothetischen Überlegungen getroffen. Sie erheben nicht den Anspruch einer Handlungsanweisung oder Begutachtungsempfehlung.

2 Einleitung

Die Arthrose stellt weltweit die häufigste Gelenkerkrankung dar (Felson 1990). Die Inzidenz steigt im Alter. Vor dem 50. Lebensjahr sind Männer insgesamt häufiger betroffen als Frauen, nach Erreichen des 50. Lebensjahres kehrt sich das Geschlechterverhältnis um. In den USA wird das Auftreten der Symptomatik ab dem 30. Lebensjahr beschrieben (Felson et al. 2000). Im asiatischen Raum werden die Prävalenzen von Knieschmerzen bzw. der Diagnosestellung einer Gonarthrose beginnend mit dem Alter von 15 Jahren erwähnt. Neben den bekannten Risikofaktoren Alter, weibliches Geschlecht, Trauma und Übergewicht werden unter anderem hier religiöse Aktivitäten, lange, körperlich schwere Aktivität und das Sitzen auf dem Boden als mögliche Ursache benannt (Fransen et al. 2011).

Es bestehen Arbeiten, die einen Zusammenhang zwischen dem frühzeitigen Auftreten degenerativer Veränderungen an den Kniegelenken und der Verrichtung körperlich schwerer oder kniebelastender Tätigkeit herstellen (Atkins 1957, Coggon et al. 2000, Jensen 2005, Lawrence und Aitken-Swan 1952, McMillan und Nichols 2005, Rossignol et al. 2003, Sandmark et al. 2000), eine belastungskonforme, topografische Zuordnung der Knorpelschädigung ist jedoch bislang nicht gelungen (Spahn et al. 2010, Hofmann et al. 2011). Eine Beschreibung eines belastungskonformes Schädigungsbild der Gonarthrose existierte zum Untersuchungszeitpunkt nicht.

Im Jahr 2005 empfahl der Ärztliche Sachverständigenbeirat Sektion „Berufskrankheiten“ beim Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherheit die Aufnahme der Gonarthrose in die Anlage 1 (Verzeichnis der Berufskrankheiten) der BKV (BArbBl. 10/2005, S. 46 ff.). Die arbeitstechnischen Voraussetzungen wurden dabei mit einer, im Laufe des Arbeitsleben kumulierten, kniebelastenden Tätigkeit von mindestens 13000 Stunden, wobei wenigstens 1 Stunde pro Arbeitsschicht erbracht werden musste, definiert. Begründet wurde diese Empfehlung mit der Annahme einer erhöhten Druckkraft auf die Gelenkknorpel im Femorotibial- und Retropatellargelenk beim Knien oder vergleichbarer kniebelastender Tätigkeit. Bereits während der Erstellung der wissenschaftlichen Begründungen und nach ihrer Veröffentlichung folgten Publikationen, welche kritische Positionen vertraten. Kontrovers diskutiert wurden u.a. die Dosisgrenzwerte,

der Einfluss konkurrierender Faktoren und die fehlende topografische Beschreibung der Schädigungszonen.

Zur Ermittlung der strittigen Sachverhalte und Klärung des Forschungsbedarfs wurden im Rahmen eines interdisziplinären Fachgesprächs im März 2007 Arbeiten und Arbeitsgruppen initiiert, welche den medizinisch-wissenschaftlichen Bestand der Empfehlung prüfen und Empfehlungen zur Begutachtung erarbeiten sollten (Kranig und Otten 2009).

2.1. Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes

Das Kniegelenk (Articulatio genus) ist das größte Gelenk des menschlichen Körpers. Es bildet aus dem medialen und lateralen Femoropatellargelenk und dem femoropatellaren Gelenk eine funktionelle Einheit. Dementsprechend werden die Kompartimente eingeteilt (Abb. 1). Der Patella, welche in die Sehne des Musculus quadriceps femoris eingebettet ist, kommt als größtes Sesambein hauptsächlich Bedeutung bei der Kraftübertragung der Oberschenkelstreckmuskulatur auf den Unterschenkel zu. Funktionell betrachtet handelt es sich um ein Bicondylengelenk, stark vereinfacht um ein Drehscharniergelenk (Trochoginglymus) mit zwei Freiheitsgraden: Streckung/Beugung und Rotation. In der seitlichen Betrachtung haben die Kondylen die Form einer logarithmischen Spirale, d.h., sie sind dorsal zunehmend stärker gekrümmt. Hieraus resultiert eine Roll-Gleit-Bewegung. Deshalb sind beim Lebenden keine starren Achsen festzulegen (Schiebler und Schmidt 2002). Der Bewegungsumfang im Kniegelenk reicht von der vollständigen Streckung bis zur aktiven Beugung von 130°. Zusätzlich kann das Kniegelenk um ungefähr 30° passiv weiter flektiert werden. In der Endphase der Extension erfolgt die Schlussrotation von ca. 5°. Bei einer Flexion von 90° kann eine Rotation von 10° nach innen und 30° nach außen erfolgen. Druckspitzen, welche durch die Inkongruenzen der korrespondierenden Gelenkflächen auftreten, werden durch den knorpeligen Überzug der Gelenkflächen und die Menisken aufgefangen. Bewegungsführung und Stabilität erhält das Kniegelenk durch den intraartikulären und Seitenbandapparat.

Im Detail wurden die Kontaktflächen der medialen und lateralen Patellafacette untersucht. So konnte neben der Abhängigkeit der Kontaktfläche von der Beugstellung einen starker Einfluss der Kontaktflächen durch unterschiedlich große Kontaktdrucke festgestellt werden. Auf der lateralen Seite sind die Kontaktflächen insgesamt größer als auf der medialen Seite, nehmen mit der Flexion zu und zeigen ein Maximum bei 60° und 120°. Medial sind die Kontaktflächen etwa halb so groß wie lateral und zeigen ebenfalls ein Maximum bei 60° und 120° (Pförringer 2007).

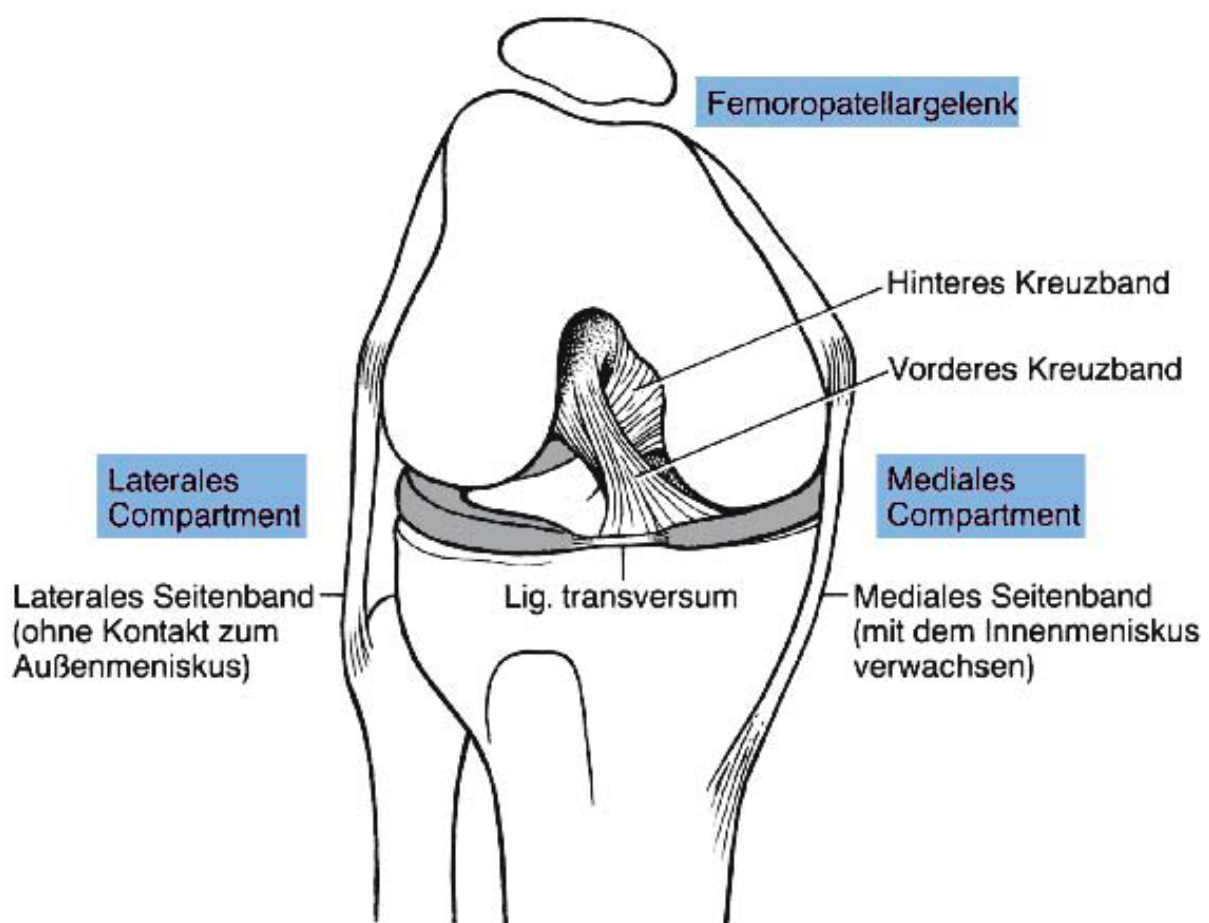


Abb. 1: Aufbau des Kniegelenkes und Unterteilung in die einzelnen Kompartimente (aus Krämer und Grifka, 2004)

2.2. Definition, Risikofaktoren und Entstehung der Gonarthrose

Die Gonarthrose ist ein degenerativer, nicht entzündlich bedingter Destruktionsprozess des Kniegelenkes, der klinisch durch Schmerzen, Bewegungseinschränkung und Gehbehinderung gekennzeichnet ist und zur Instabilität, Fehlstellung und Begleitsynovitis führen kann (Deutsche Gesellschaft für

Rheumatologie 2007). Dabei wird die primäre (idiopathische) von der sekundären Gonarthrose unterschieden. Betroffen sein können das mediale und laterale Kompartiment (medial bzw. lateral betonte Gonarthrose), das retropatellare Kompartiment (Retropatellararthrose) und mehrere Kompartimente (Pangonarthrose). Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Risikofaktoren.

Tab. 1: Risikofaktoren für eine Gonarthrose (Michael et al. 2010)

endogene Risikofaktoren	exogene Riskofaktoren
Alter	Makrotrauma
Geschlecht	repetitives Mikrotrauma
Genetik	erhöhtes Körpergewicht
ethnische Herkunft	resezierende Gelenkeingriffe
postmenopausale Umstellung	Lifestylefaktoren (Alkohol, Nikotin)

Gelenkknorpel ist ein viskoelastisches System und unterliegt altersabhängigen Veränderungen. Da dieser über keine eigenen Blutversorgung verfügt, bedarf es eines gut funktionierenden Diffusionssystems. Motor ist die intermittierende Kompression mit kontinuierlicher verformender „Massage“ des Gelenkknorpels (Hackenbroch 2002). Die mechanische Stimulation hat somit großen Einfluss auf die Synthese und dem Abbau von Knorpelmolekülen, wie Proteoglycane. Normale Belastung steigert die Proteoglycansynthese und macht den Knorpel fester (Arokoski et al. 2000). Übermäßige Belastung, Druckspitzen und Immobilisation haben Einfluss auf die Integrität und Syntheseleistungen und führen zu irreversiblen Schäden. Die Veränderungen in der molekularen Struktur gehen der morphologischen Veränderung und der klinischen Manifestation voraus. Spahn (2006) fasst die Degeneration des hyalinen Knorpels auf molekularbiologischer Ebene als Missverhältnis von Anabolie und Katabolie zugunsten der Abbauvorgänge zusammen und benennt folgende Grundprozesse: Reduktion der Syntheseleistung, verstärkter Abbau der Matrixbestandteile, Synthese von in gesundem Knorpel nicht vorhandenen Metaboliten und zelluläre Veränderungen des Chondrozyten bis hin zur Apoptose (Spahn 2006).

Nach dem Konzept von Pauwels (1950) sind Arthrosen Folge davon, dass auftretende Druckspannungen höher sind als die Widerstandsfähigkeit der

beanspruchten Stützgewebe, besonders der Gelenkknorpel. Die Druckspannungen sind Ausdruck einer Architekturstörung der Gelenke (Hackenbroch 2002). Zur Begründung der BK 2112 werden solche Druckspannungen durch Einnahme von Zwangshaltungen angenommen. Biomechanische Studien zu dieser Hypothese bestehen. So konstatierten beispielsweise Nagura et al. 2006 in ihrer Arbeit, dass bei Einnahme der tiefen Kniebeugung eine deutliche höhere Druckbelastung auf die Gelenkflächen herrscht als beim normalen Gehen oder Treppensteigen (Nagura et al. 2006). Unter Berücksichtigung der Roll-Gleit-Bewegung im Kniegelenk und der biomechanischen Erkenntnisse wäre ein belastungskonformes Schadensbild der Gonarthrose anzunehmen, so wie Hartmann et al. (2007) konstatierten (Hartmann et al. 2007). Hierbei wäre eine außerordentliche Beanspruchung der dorsalen und retropatellaren Gelenkanteile anzunehmen.

Frank (2007) sieht die wesentliche Ursache degenerativer Prozesse in der chronischen Hypoxie mit Sauerstoff- und Substratmangel. Damit unterstützt er die metabolische Theorie der Gonarthroseentstehung. Der Pathomechanismus beginnt mit intrazellulären Schäden (Phase 1), führt dann zur Stoffwechselaktivierung (Phase 2) und zur entzündlichen Hyperaktivität, die dann in die chronische Hypoxie und Funktionsverlust mündet.

Tab. 2: Chronische Hypoxie, Zellschädigung und Gewebsdegeneration (Frank 2007)

Phase 1: Kritische Hypoxie	Zellödem, Störung des Energiestoffwechsels und der Proteinsynthese, lokale Azidose
Phase 2: Metabolische Aktivierung	gesteigerte Glykolyse und Proteinsynthese, Aktivierung der Angiogenese
Phase 3: Reparatur/Defektheilung	chronische Hypoxie mit Defektheilung unter dem Bild der ischämischen Osteomalazie mit Kapillarverödung

2.3. Das Krankheitsbild der Gonarthrose

Die Diagnose einer Gonarthrose setzt eine umfassende Anamnese, die klinische Untersuchung beider Kniegelenke, eine bildgebende Diagnostik und, bei speziellen Fragestellungen, eine entsprechende Labordiagnostik voraus.

2.3.1. Anamnese

Leitsymptom ist der Knieschmerz. Dieser äußert sich zumeist beginnend als Anlauf- und Belastungsschmerz und später auch als Ruheschmerz, Dauer- oder Nachtschmerz. Die Frage nach Einschränkungen der Gehstrecke ist obligat. Des Weiteren sollten die Einnahme von Analgetika und andere schmerzlindernde Maßnahmen bzw. die Benutzung orthopädischer Hilfsmittel und deren Wirksamkeit erfragt werden. Die Wahrnehmung subjektiver Symptome (Knirschen, Knacken, Reiben, Wetterfühligkeit), Vorerkrankungen, Vorverletzungen, Voroperationen, die Familien-, Berufs- und Sportanamnese sollten dokumentiert werden.

2.3.2. Klinische Untersuchung

Diese sollte sich nicht nur auf beide Kniegelenke beziehen, sondern die gesamten unteren Extremitäten umfassen. Eine Gliederung der Untersuchung kann in der Erhebung des Allgemeinzustand, der Inspektion, der Palpation, der Erhebung der Umfangs- und Bewegungsmaße und speziellen Funktionstests erfolgen (siehe Tabelle 3).

Tab. 3: klinische Untersuchung (nach Hackenbroch 2002)

Allgemeinbefund	Geschlecht, Alter, Körperbau, Größe, Gewicht, BMI, Allgemein- und Trainingszustand, mentale Verfassung, Lifestyle-Faktoren (Rauchen, Alkohol)
Inspektion	Deformitäten, Achsabweichungen, Entzündungs- und Verletzungszeichen, Muskelatrophien, Beinlängendifferenzen, Kontrakturen
Palpation	Gelenkkapsel, Bänder, Muskulatur, Sehnenansätze, Schleimbeutel
Bewegungsuntersuchung	Bewegungsumfang, Bewegungsschmerz, Krepitationen, Patellalauf
spezielle Funktionstests	ligamentäre Stabilität, Meniskustests, Ganganalyse, gelenkspezifische Tests

2.3.3. Bildgebung

Die konventionelle Röntgendiagnostik ist nach wie vor das Standardverfahren zur Primärdiagnostik und Verlaufskontrolle der Gonarthrose. Zur Beurteilung aller Kompartimente sind nicht nur die Standardaufnahme in a.p.-Richtung und die seitliche Aufnahme ausreichend, sondern sollte ebenso eine Axialaufnahme der Patella umfassen. Das Röntgenbild erlaubt Aussagen zur Gelenkspaltweite, zur Spongiosaverdichtung, zu knöchernen Appositionen intra- und extraartikulären Ossifikationen und Achsen. Zur Stadieneinteilung wird weiter unten gesondert eingegangen. Eine direkte Beurteilung der Knorpeloberflächen, Menisken, Bänder, evtl. vorhandener Gelenkergüsse und umgebender Weichgewebe ist nicht möglich. Hierzu empfiehlt sich ergänzend die MRT-Untersuchung. Gerade im Frühstadium der Gonarthrose, aber auch zur differentialdiagnostischen Abklärung und der Beantwortung spezieller Fragestellungen hat diese Untersuchung einen hohen Stellenwert.

An weiterer bildgebender Diagnostik ist die Szintigraphie zu erwähnen, die jedoch relativ wenig Aussagekraft für Verlauf und Prognose bietet und ihren Stellenwert eher bei der Beantwortung wissenschaftlicher und spezieller differentialdiagnostischer Überlegungen hat. Die Sonografie spielt bei der Diagnostik der Gonarthrose ebenso eine untergeordnete Rolle.

2.3.4. Labordiagnostik

Die Gonarthrose ist eine klinisch-radiologische Diagnose. Laboruntersuchungen können für differentialdiagnostische Überlegungen, wie Erkrankungen aus dem rheumatischen Formenkreis und Entzündungen, von Bedeutung sein. Die bisher bekannten Arthrosemarker erlauben weder eine spezifische Diagnostik noch prognostische Aussagen (Hackenbroch 2002).

2.4. Klassifikationssysteme

Bereits im Jahr 1743 wurde ein Zusammenhang zwischen Knorpelschäden und resultierenden Beschwerden beschrieben (Spahn 2006). Bis zum heutigen Tage

wurden eine Reihe von Stadieneinteilungen, Klassifikationen und Scores entwickelt, die prinzipiell die Knorpelveränderungen, die radiologischen Veränderungen oder die subjektiven Beschwerden beschreiben. Gerade die Beschreibung von Knorpelveränderungen erlebte mit der Entwicklung der minimalinvasiven Operationsverfahren einen regelrechten „Boom“.

2.4.1. Stadieneinteilung/Klassifikation von Knorpelschäden

Lange Zeit verbreitet und auch heute noch häufig in der Literatur zu finden ist die Einteilung nach Outerbridge (Outerbridge 1961). Seine Arbeit beschreibt Veränderungen an der Patellarrückfläche und zieht lediglich Rückschlüsse auf die Ätiologie der Retropatellararthrose. Dennoch galt die Einteilung lange Zeit als Goldstandard zur Beschreibung von Knorpelschäden, auch in anderen Kompartimenten und Gelenken, wenn auch in modifizierter Form. Die Outerbridge-Klassifikation ist eine makroskopische Beschreibung und umfasst vier Grade:

- Grad 1: Knorpelerweichung und Schwellung
- Grad 2: Fragmentationen/Rissbildung < 1/2 inch (ca. 1,3 cm)
- Grad 3: Fragmentationen/Rissbildung > 1/2 inch (ca. 1,3 cm)
- Grad 4: Knorpelerosionen bis auf den Knochen

Die ICRS-Einteilung wurde durch eine Arbeitsgruppe der International Cartilage Repair Society entwickelt (Brittberg und Peterson 1998, Brittberg und Winalski 2003). Zielsetzung war eine standardisierte makroskopische Beurteilung von Knorpelschäden. Sie umfasst vier Schweregrade:

- Grad 0: keine erkennbaren Defekte/Normalbefund
- Grad Ia: weitgehend normal; intakte Oberfläche, Fibrillationen und/oder leichte Erweichung
- Grad Ib: weitgehend normal; zusätzlich zu Ia mit oberflächigen Einrissen und Fissuren
- Grad II: abnormal; Läsionstiefe < 50% der Knorpeldicke
- Grad IIIa: schwer abnormal; Läsionstiefe > 50% der Knorpeldicke, nicht bis zur kalzifizierenden Schicht reichend

- Grad IIIb: schwer abnormal; Läsionstiefe > 50% der Knorpeldicke, bis auf kalzifizierende Schicht reichend
- Grad IIIc: schwer abnormal; Läsionstiefe > 50% der Knorpeldicke, bis auf subchondrale Platte reichend
- Grad IIId: schwer abnormal; Läsionstiefe > 50% der Knorpeldicke, Blasenbildung
- Grad IVa/b: schwer abnormal; vollständiger Knorpeldefekt mit Durchbruch der subchondralen Platte

Tabelle 4 fasst oben genannte und weitere Klassifikationen von Knorpelschädigungen zusammen.

Tab. 4: verschiedene Klassifikationen der Knorpelschädigung (nach Spahn 2006)

Klassifikation	Grad	Beschreibung
Outerbridge (1961)	I	Erweichung/Schwellung
	II	Fragmentation/Riss < ½ inch
	III	Fragmentation/Riss < ½ inch
	IV	Knorpelerosion mit freiliegendem Knochen
ICRS (1998, 2003)	I	Fibrillation/leichte Erweichung
	II	Läsionstiefe < 50% Knorpeldicke
	III	Läsionstiefe > 50% Knorpeldicke, intakter Knochen
	IV	komplettes Knorpelulcus
Ficat und Hungerford (1977)	I	Knorpelödem/lokale Erweichung
	II	oberflächliche Knorpelfissuren und Rissbildung
	III	Erosionen bis auf subchondralen Knorpel
Insall (1984)	I	Erweichung
	II	Risse bis zum subchondralen Knorpel
	III	Fibrillationen
	IV	vollständige Erosion mit freiliegendem Knochen
Beguin (1982)	I	Schwellung und Ödem
	II	oberflächliche Einrisse
	III	tiefe Einrisse
	IV	Knorpelulcus mit freiliegendem Knochen

2.4.2. Einteilung nach funktionellen Gesichtspunkten

Der WOMAC – Score (Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index) wurde für ältere Arthrosepatienten entwickelt und schätzt Schmerz, Steifheit

und Funktion im täglichen Alltag ab. Dabei führen die betroffenen Patienten eine Selbsteinschätzung durch. Er wurde 1982 in Kanada entwickelt und lässt auf die Lebensqualität und den Erfolg der Therapiemaßnahmen schließen. Im Laufe der Jahre erfolgten mehrfache Überarbeitungen, er ist mittlerweile in 65 Sprachen erhältlich (Bellamy 2002). Es werden insgesamt 24 Fragen zu Schmerz (5 Fragen), Steifheit (2 Fragen) und Alltagsaktivitäten (17 Fragen) gestellt. Der Summenscore beträgt maximal 240 Punkte (Schmerz 0-50 Punkte, Steifheit 0-20 Punkte, Alltagsaktivität 0-170 Punkte), je höher der erreichte Punktwert ist, desto schlechter wird die Gelenkfunktion beurteilt (Amir 2007).

Der KOOS – Score (Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score) ist eine Weiterentwicklung des WOMAC – Scores. Auch der KOOS – Score basiert auf eine Selbsteinschätzung der Patienten. Er wurde für jüngere Patienten bzw. Patienten mit einem höheren Aktivitätsgrad mit Kniegelenkverletzungen oder Gonarthrose entwickelt. Von seinen Autoren/Entwicklern selbst wird er als anpassungsfähiger bezeichnet. Er umfasst 42 Fragen, die durch den Patienten selbst beantwortet werden müssen, und beschreibt 5 Dimensionen: Schmerz (9 Fragen), Aktivitäten des täglichen Lebens (17 Fragen), Sport und Erholung (5 Fragen), knieabhängige Lebensqualität (4 Fragen) und andere krankheitsspezifische Fragen (7 Fragen). Dabei können maximal 168 Punkte erreicht werden. Die Punktwerte werden dann in prozentuale Werte umgewandelt. Ein Prozentwert von 0 spricht dabei für extreme Knieprobleme, ein Wert von 100 für Beschwerdefreiheit (Roos und Toksvig-Larsen 2003). Der KOOS – Fragebogen ist im Anhang aufgeführt.

Weitere, die allgemeine Lebensqualität erfassende Scores sind SF-12, SF-26, Tegner – Aktivitätsscore, Lysholm – Score, „Knee Society“ – Score nach Insall, der Score nach Feagin und Blake, der Score nach Raunest und Löhnert und andere. Der SF-36 misst den generellen Gesundheitsstatus. Er bildet die körperliche Untersuchung, körperliche Funktion, Körperschmerz, den allgemeinen Gesundheitsstatus, die Vitalität, die soziale Integrität, die emotionale und mentale Verfassung ab (Roos und Toksvig-Larsen 2003).

2.4.3. Radiologische Einteilungen

2.4.3.1. *Konventionelle Röntgendiagnostik*

Eine direkte Darstellung von Knorpel im konventionellen Röntgenbild ist nicht möglich. Auf den Zustand muss indirekt geschlossen werden. Knorpel erscheint im Röntgenbild als Gelenkspaltweite. Ist diese zum Normalen reduziert stellt sie ein Zeichen für Knorpelabnutzung dar. Die Beurteilung der Knorpelintegrität und des Zustandes der Matrix ist hingegen mit dieser Technik nicht möglich. Vermehrte subchondrale Sklerose, osteophytäre Randanbauten sowie Geröllzysten sind direkte Arthrosezeichen, die auf Veränderungen im schon fortgeschrittenen Stadium hinweisen und irreversibel sind (Horng 2012).

Den radiologischen Klassifikationen ist gemeinsam die Beschreibung der Gelenkspaltweite, Osteophyten und der knöchernen Kontur. Diese Merkmale sind signifikant besser reproduzierbar als Beschreibungen von subchondraler Sklerose und zystischen Veränderungen (Cooper et al.1992).

Noch weit verbreitet ist die Klassifikation nach Jäger und Wirth (1986):

Tab. 5: Klassifikation der Gonarthrose nach Jäger und Wirth (1986)

Grad	Radiologische Kriterien
I (Initialstadium)	angedeutete Ausziehungen an Eminentia intercondylaris und Patellapolen
II (mäßige Gonarthrose)	Ausziehungen auch an Tibiakonsolen, mäßige Verschmälerung der Gelenkspalten, Abflachung der Femurkondylen, mäßige subchondrale Sklerosierungen
III (mittelgradige Gonarthrose)	hälfte Verschmälerung der Gelenkspalten, deutliche Entrundung der Femurkondylen, osteophytäre Randwulstbildungen an Tibiakonsolen, Innenkante der Femurkondylen und Patellapolen, ausgeprägte subchondrale Sklerosierung
IV (ausgeprägte Gonarthrose)	Gelenkdestruktion, Verschmälerung und Aufhebung der Gelenkspalten, Zystenbildung, Subluxationsstellung

Die international gebräuchlichste Einteilung ist die Klassifikation nach Kellgren und Lawrence (Kellgren et al. 1963). Sie wird ebenso in den Begutachtungsempfehlungen zur BK 2112 verwendet und beschreibt folgende Kriterien: Gelenkspaltweite, subchondrale Sklerosierung, Osteophyten, Gelenkdeformierung. Die Einteilung erfolgt in vier Grade.

Tab. 6: Klassifikation nach Kellgren und Lawrence (Kellgren et al. 1963)

Grad	Radiologische Kriterien
I	mögliche Osteophyten und fragliche Verschmälerung des Gelenkspaltes
II	definitive Osteophyten und mögliche Verschmälerung des Gelenkspaltes
III	multiple Osteophyten und definitive Verschmälerung des Gelenkspaltes, subchondrale Sklerose und mögliche Verformung der Tibia und des Femurs
IV	ausgeprägte Osteophyten, starke Verformung des Gelenkspaltes, ausgeprägte Sklerose und definitive Verformung der Tibia und des Femurs

Beispielbilder (Alle Röntgenbilder stammen aus dem Patientengut der Berufsgenossenschaftlichen Bergmannstrost Halle (Saale).):



Abb. 2a und 2b: Kniegelenk in a.p.- und seitlicher Projektion, Kellgren-Stadium 1



Abb. 3a und 3b: Kniegelenk in a.p.- und seitlicher Projektion, Kellgren-Stadium 2



Abb. 3c: Patella axial – Aufnahme, Kellgren Stadium 2



Abb. 4a und 4b: Kniegelenk in a.p.- und seitlicher Projektion, Kellgren-Stadium 3

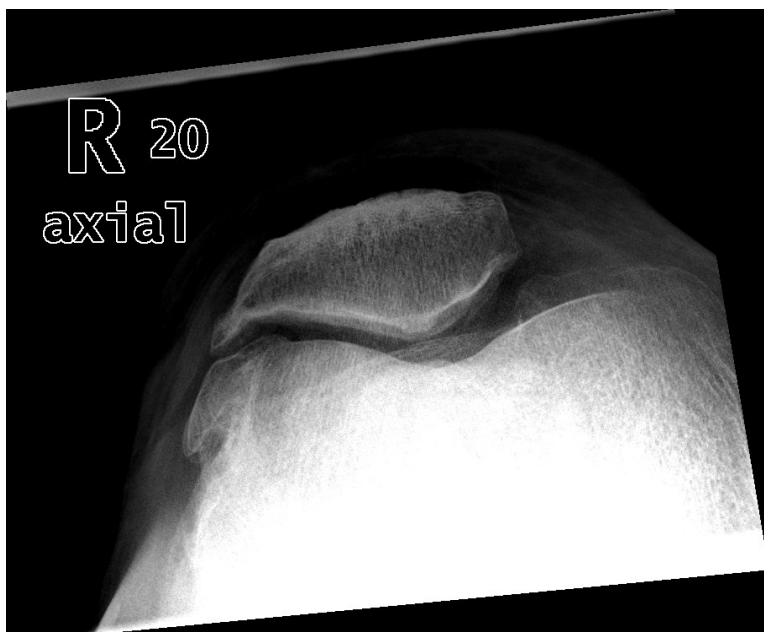


Abb. 4c: Patella axial – Aufnahme, Kellgren Stadium 3



Abb. 5a und 5b: Kniegelenk in a.p.- und seitlicher Projektion, Kellgren-Stadium 4

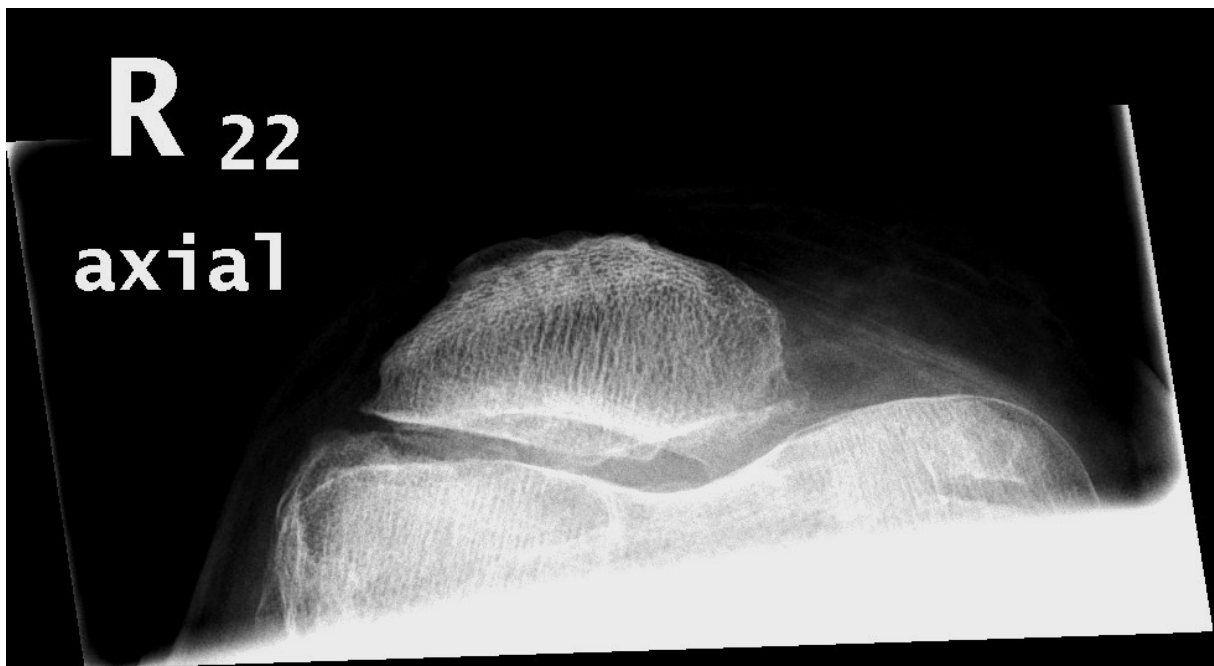


Abb. 5c: Patella axial – Aufnahme, Kellgren Stadium 4

In einer früheren Arbeit von Kellgren und Lawrence (1957), welche sich mit der Bildgebung bei Arthrosen befasst, ist eine abweichende Einteilung aufgeführt. Dem ist hinzuzufügen, dass in dieser auch andere arthrotisch veränderte Gelenke untersucht wurden. Es wurden folgende radiologische Merkmale für den Beweis einer Arthrose berücksichtigt:

1. Osteophyten an Gelenkrändern, im Falle des Kniegelenkes die Tibiakonsolen
2. Periartikuläre Ossifikationen
3. Abnahme der Knorpeldicke, assoziiert mit subchondraler Sklerose
4. Pseudozystische Areale, meist subchondral gelegen
5. Deformierung der Knochenenden

Diese Kriterien wurden durch Kellgren und Lawrence in 5 Grade eingeteilt:

- keine Veränderungen (0)
- fragliche Veränderungen (1)
- minimale/leichte Veränderungen (2)
- mäßige Veränderungen (3)
- deutliche Veränderungen (4)

Aus dieser Einteilung heraus wurde durch uns eine zur verbesserten Datenerhebung und –auswertung modifizierter Score angewandt, der alle Kompartimente des Kniegelenkes berücksichtigt (Tabelle 10).

2.4.3.2. *Kernspintomografie*

Mit der Möglichkeit der Weichteilkontrastierung ist die MRT die beste verfügbare, nicht-invasive Untersuchungstechnik zur Darstellung von Gelenkknorpel (Recht und Resnick 1994) und bietet Aussagekraft zu evtl. vorhandenen Schädigungen. Die Aussagekraft kann durch intraartikuläre Injektion von Kontrastmittel erhöht werden. (Spahn 2006)

Es existieren verschiedene Einteilungen und Scores zur Bewertung der Knorpelschäden.

Tab. 7: Beispiele für MRT-Einteilungen der Knorpelschädigungen (modifiziert nach Spahn 2006)

Einteilung	Grad	Beschreibung
Brown und Quinn (1993)	I	begrenzte Signalerhöhung und Konturstörungen wie Grad I mit Aufrauungen
	II	wie Grad II mit Rissbildungen, nicht den Knochen erreichend
	III	wie Grad III, Rissbildung bis zum Knochen
	IV	wie Grad III, Rissbildung bis zum Knochen
Baysal et al. (2004)	I	Blasenbildung bei intakter Oberfläche
	II	oberflächliche Fibrillationen und Ulcerationen < 50% Knorpeltiefe
	III	Fissuren bis zum subchondralen Knochen
	IV	vollständiges Knorpelulcus
Peterfy et al. (2004)	1	normale Knorpeldicke, lokale Signalerhöhungen
	2	partieller Defekt < 1 cm
	2,5	vollschichtiger Defekt < 1 cm
	3	mehrere Regionen mit partiellen Defekten
	4	partielle Defekte, mehr als 2/3 der Fläche
	5	mehrere vollschichtige Defekte, bis zu 2/3 der Gelenkfläche
Vallotton et al. (1995)	6	vollschichtige Defekte der gesamten Gelenkfläche
	I	intakte Knorpeloberfläche, Hypo- oder Hyperdensitäten
	II	leichte Oberflächenirregularitäten und/oder fokaler Dickenverlust < 50%
	IIIa	deutliche Oberflächenirregularitäten und/oder fokaler Dickenverlust < 50%
	IIIb	fokales Knorpelulkus, Knochen intakt
	IV	Knochenreaktion
Grading nach Outerbridge (Adaptation der ICRS, Brittberg et al. 2000)	I	Oberflächliche Läsionen
	II	Läsionen < 50 % Knorpeldicke
	III	Läsionen > 50 % Knorpeldicke
	IV	Läsionen bis in subchondralen Knochen reichend

Der WOMBS-Score (Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score, Peterfy et al. 2004) ist eine semiquantitative Einteilung zur Bewertung verschiedener Merkmale, die im MRT des Kniegelenkes erhoben werden können. Er bietet zudem die Möglichkeit, Zusammenhänge zwischen den Merkmalen zu untersuchen. Dabei erfolgt eine Einteilung des Kniegelenkes in ein mediales und laterales Kompartiment.

Ebenso wird die Patella in einen medialen und lateralen Anteil unterschieden. Die Eminentia intercondylaris wird dabei ausgeklammert. Die einzelnen femorotibialen Kompartimente werden nochmals in einen ventralen, zentralen (Hauptbelastungszone) und dorsalen Anteil gruppiert.

2.5. Die Gonarthrose als Berufskrankheit

Die Überlegungen des Ärztlichen Sachverständigenbeirates stützen sich auf die These, dass die erhöhten Druckkräfte, die bei dauerhafter Einnahme kniebelastender Positionen entstehen, schädigend auf die Gelenkknorpel einwirken (Hartmann et al. 2007). Unterstrichen wird dieses durch tierexperimentelle, biomechanische Studien und epidemiologische Studien. So konnten Takahashi et al. (1998) herausfinden, dass bei Druckbelastungen über 10 MPa die mRNA-Level im Proteoglycan Core Protein sinken. Ähnliche Beobachtungen stellte die Forschungsgruppe bereits im Vorjahr fest (Takahashi et al. 1997). Atkins fand ein gehäuftes Auftreten von Meniskusverletzungen bei Minenarbeitern (Atkins 1957). Cooper et al. (1994) fanden in einer Fall-Kontroll-Studie ein signifikant erhöhtes Risiko für eine Gonarthrose bei Knien und Hocken von mehr als 30 Minuten am Tag. Kirkeskov Jensen konstatierte einen Zusammenhang zwischen Grad der Kniebeugung und Beschwerden bzw. radiografisch fassbaren Veränderungen (Kirkeskov Jensen 2005). Auch McMillan und Nichols (2005) sowie Sandmark et al. (2000) machen ähnliche Feststellungen.

In Konsequenz erfolgt am 01.10.2005 die Empfehlung, die Gonarthrose in die Liste der Berufskrankheiten aufzunehmen. Am 11.06.2009 wurde dieses umgesetzt.

Die Diagnose der Gonarthrose im Sinne einer Berufskrankheit muss laut Wissenschaftlicher Begründung folgende Kriterien erfüllen (BMAS 2009):

- Chronische Kniegelenksbeschwerden
- Funktionsstörungen in Form einer Hemmung von Streckung und Beugung
- Röntgenologische Veränderungen entsprechend Grad 2 – 4 der Kellgren-Klassifikation

Die oben genannten Funktionsstörungen wurden mit Veröffentlichung der Begutachtungsempfehlungen (Spahn et al. 2014) ergänzt:

- Kniegelenkserguss
- Kapselentzündung
- Krepitationen
- Hinkendes Gangbild
- Atrophie der Oberschenkelmuskulatur

Dies führte in Folge zu einem raschen Anstieg der Anzeigen bei Verdacht des Vorliegens der Berufskrankheit. Laut DGUV betrug die Zahl der Anzeigen im Jahr der Aufnahme in die Berufskrankheiten-Liste 1076, im Folgejahr 1804. Aktuell ist ein Rückgang der Zahlen zu verzeichnen, 2013 wurden 1450 Fälle angezeigt. Im Gegenzug steigt jedoch die Zahl der Anerkennungen. Waren es im Jahr 2010 noch 28 anerkannte Fälle, so kam es 2013 zu 130 Anerkennungen (DGUV 2013).

Mit Aufnahme der Berufskrankheit wurden jedoch die wissenschaftlichen Untersuchungen abgeschlossen. Noch immer bestand die Frage, wie die Begutachtung der Fälle praktisch umgesetzt werden sollte. Da es sich um ein komplexes, multifaktorielles Krankheitsbild handelt, musste der Einfluss der Faktoren, die gegen eine berufliche Ursache sprechen, geklärt werden. Dies war einer der Hauptschwerpunkte der Interdisziplinären Wissenschaftlichen Arbeitsgruppe der DGUV. In gemeinschaftlicher Arbeit erfolgte im November 2012 die Veröffentlichung der infrage kommenden konkurrierenden Faktoren und deren Bewertung. Zagrodnik et al. (2012) gaben hierzu eine Übersicht:

Tab. 8: Mögliche konkurrierende Faktoren und ihre Bewertung (nach Zagrodnik et al. 2012, mit freundlicher Genehmigung)

Themenblock	Konkurrierender Faktor	In Betracht kommende Ursache?	Validierungsgrad
Metabolische, endokrinologische Faktoren	Gicht	Ja, unter bestimmten Bedingungen	Gesichert
	Chondrokalzinose	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Ablagerung von Hydroxylapatit	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Ochronose	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Hereditäre Hämochromatose	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Akromegalie	Ja, unter bestimmten Bedingungen	Gesichert
	Hypothyreose	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Hyperparathyreoidismus	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Diabetes mellitus	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Hypercholesterinämie	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Rachitis	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert

	Hypertonie	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
Entzündliche Veränderungen	Erkrankungen des rheumatischen Formenkreises	Aus Literatur nicht belegbar, nach klinischer Erfahrung aber doch anzunehmen	Expertenmeinung
	Infekte im Knie	Aus Literatur nicht belegbar, nach klinischer Erfahrung aber doch anzunehmen	Expertenmeinung
Adipositas	Übergewicht	Ja, wesentlicher Faktor	Gesichert
Relevanz biomechanischer Alterationen	Beckenfraktur, hüftgelenknahe Fraktur	Aus Literatur nicht belegbar, nach Expertenmeinung zu diskutieren	Expertenmeinung
	Femurschaftfraktur, supra- bzw. perkondyläre Oberschenkelfraktur	Ja, bei B- und C-Frakturen	Gesichert
	Patellafraktur	Ja, bei verbleibender Gelenkstufe	Gesichert
	Patellektomie	Aus Literatur nicht belegbar, nach Expertenmeinung im Einzelfall zu diskutieren	Expertenmeinung
	Tibiakopffraktur mit verbleibender Gelenkstufe	Ja, erhöhtes Risiko	Gesichert
	Tibiakopffraktur ohne Gelenkstufe	Aus Literatur nicht belegbar, nach Expertenmeinung im Einzelfall zu diskutieren	Expertenmeinung
	Unterschenkelfraktur	Ja, bei Dysalignment	Gesichert
	Fraktur des Sprunggelenks, des Fußes, Bandinstabilitäten	Aus Literatur nicht belegbar	Ungeklärt
	Ruptur des vorderen Kreuzbands bei gleichzeitigem Meniskusverlust	Ja, erhöhtes Risiko	Gesichert
	Ruptur des vorderen Kreuzbands ohne Meniskusverlust	Aus Literatur nicht belegbar; fraglicher Einfluss der Therapie (konservativ – operativ), fraglicher Einfluss operativer Verfahren; im Einzelfall zu diskutieren	Expertenmeinung
	Ruptur des hinteren Kreuzbands bei gleichzeitigem Meniskusverlust	Ja, erhöhtes Risiko	Gesichert
	Ruptur des hinteren Kreuzbands ohne Meniskusverlust	Aus Literatur nicht belegbar; fraglicher Einfluss der Therapie (konservativ – operativ), fraglicher Einfluss operativer Verfahren; im Einzelfall zu diskutieren	Expertenmeinung
	Meniskusoperationen (Meniskektomien), total	Ja, aber keine Differenzierung zwischen traumatischem und degenerativem Schaden möglich	Gesichert
	Meniskusoperationen (Meniskektomien), partiell	Fraglich, ggf. im Vergleich zur Gegenseite zu diskutieren	Ungeklärt
	Patellaluxation	Aus Literatur nicht belegbar, in Verbindung mit Knorpelschäden möglich	Expertenmeinung
	Patelladysplasien	Nicht nachweisbar	Ungeklärt
	Patella alta und baja	Nicht nachweisbar	Ungeklärt
	Osteochondrosis dissecans	Aus Literatur nicht eindeutig belegbar, nach klinischer Expertenmeinung aber doch anzunehmen	Expertenmeinung

	Aseptische Knochennekrosen (z. B. M. Ahlbäck)	Aus Literatur nicht eindeutig belegbar, nach klinischer Expertenmeinung aber doch anzunehmen	Expertenmeinung
	Amputationen auf der Gegenseite	Nicht nachweisbar	Expertenmeinung
Achsen	Kongenitale tibiofemorale Beinachse	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
	Fußfehlstellungen	Nein, kein konkurrierender Faktor	Gesichert
Kongenitale Faktoren	Genetische Ursachen	Ja, Einfluss auf Entstehung und Progredienz einer Gonarthrose Die Verwertbarkeit für die Begutachtung ist allerdings gering.	Gesichert
	Dysplasien	Aus Literatur nicht belegbar, nach Expertenmeinung im Einzelfall ja	Expertenmeinung
	Aplasien des vorderen Kreuzbands	Aus Literatur nicht belegbar Häufig bestehen Assoziationen zu anderen Entwicklungsanomalien. Die Einsatzmöglichkeit in Berufen mit Kniebelastung ist fraglich.	Expertenmeinung
	Bandlaxitäten	Aus Literatur nicht belegbar Verschiedene Hypermobilitätssyndrome sind im Einzelfall zu diskutieren.	Expertenmeinung
	Polyarthrose	Aus Literatur nicht belegbar Ja, das Erkrankungsgeschehen ist unabhängig von mechanischen Belastungen.	Expertenmeinung
	Generalisierte Arthrose der großen Gelenke	Aus Literatur nicht belegbar Ja, das Erkrankungsgeschehen ist unabhängig von mechanischen Belastungen.	Expertenmeinung
	Hämophilie	Ja, nach wiederholten Einblutungen in das Gelenk steigt das Arthrose-risiko.	Gesichert
	Zwillingsstudien, familiäre Disposition	Aus Literatur nicht belegbar, nach klinischer Erfahrung aber doch anzunehmen (s. genetische Ausstattung, Zwillingsstudien)	Expertenmeinung
Lebensstil-faktoren	Sport (Laufen)	Nein, regelmäßiges Laufen erhöht das Gonarthroserisiko nicht.	Gesichert
	Sport („stop and go“)	Ja, Sportarten mit Scher- und Rotationsbewegungen (Kontaktsportarten und unkontrollierte Bewegungen) erhöhen das Gonarthroserisiko in Abhängigkeit von der Expositionsdosis.	Gesichert
Alter und Geschlecht	Alter	Ja, Risiko steigt mit zunehmendem Alter an.	Gesichert
	Geschlecht	Ja, Frauen sind stärker betroffen.	Gesichert
Nicht körperliche Ursachen	Somatisierung	Nein, keine Ursache, vergrößert ggf. subjektiv den Leidensdruck.	Gesichert
	Depression	Nein, keine Ursache, vergrößert ggf. subjektiv den Leidensdruck.	Gesichert
	Angst	Nein, keine Ursache, vergrößert ggf. subjektiv den Leidensdruck.	Gesichert

Am 13.09.2013 wurde der Entwurf der Begutachtungsempfehlungen für die BK 2112 präsentiert. Die endgültige Fassung wurde am 03.06.2014 durch die DGUV veröffentlicht (Spahn et al. 2014).

2.6. Zielsetzung der Arbeiten

Begutachtungsempfehlungen existierten zum Zeitpunkt der Datenerhebung nicht. Alle Empfehlungen zur Anerkennung oder Ablehnung wurden nach Einzelfallabwägung und in Kenntnis der zum jeweiligen Zeitpunkt der Untersuchung aktuellen wissenschaftlichen Diskussionen sowie unter den eigenen klinischen Erfahrungen getroffen.

Die zum Zeitpunkt der Datenerhebung aufgeführten konkurrierenden Faktoren sind in der Wissenschaftlichen Begründung aus dem Jahr 2005 (BMGS 2005) aufgeführt:

- Adipositas
- Fehlstellungen der Beinachse (Genu varum, Genu valgum)
- Patella alta
- Inkongruenzen und Instabilitäten
- Osteochondrosis dissecans
- Entzündliche Arthritiden
- Stattgehabte Meniskektomie
- Kreuzbandinsuffizienzen
- Stattgehabte Traumata im Bereich der Kniegelenke
- Positive Familienanamnese für eine Gonarthrose

Es galt folgende Aspekte zu untersuchen:

- Lassen sich lokoregionäre Schädigungsmuster, die auf eine dauerhafte kniebelastende Zwangshaltung zurückzuführen sind, nachweisen?
- Besteht ein Zusammenhang zwischen Dauer der Kniebelastung und Degenerationsgrad/Schädigungsgrad?
- Ist eine praktische Umsetzbarkeit in Form einer Begutachtung gemäß den Vorgaben der wissenschaftlichen Begründung möglich? Lassen sich aus den Erfahrungen Begutachtungsempfehlungen ableiten?
- Ist eine rein konventionelle Röntgendiagnostik ausreichend?

- Inwiefern korrelieren subjektive Beschwerden, klinischer, paraklinischer und bildgebender Befund?
- Sind weitere diagnostische Maßnahmen notwendig?

3 Methodik

3.1. Kollektiv

Im Untersuchungszeitraum zwischen Juli 2007 und Januar 2009 wurden 97 Versicherte auf Veranlassung verschiedener Bezirksverwaltungen der Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft im Rahmen von Heilverfahrenskontrollen (HVK) untersucht. Dabei sollte durch Einzelfallanalyse geklärt werden, ob eine initiale oder manifeste Gonarthrose im Zusammenhang mit der beruflichen Exposition stehen. Somit bestanden keine Ein- oder Ausschlusskriterien zur Untersuchung und Beurteilung, wobei jedoch durchaus eine Einstiegsebene zur einer Empfehlung der Anerkennung einer Berufskrankheit durch die Definition der Arbeitstechnischen Voraussetzungen bestand, d.h. das Vorliegen einer Gesamtkumulativedosis kniebelastender Tätigkeit von mindestens 13000 Stunden, wobei mindestens 1 Stunde pro Arbeitsschicht in diesen Positionen Tätigkeiten verrichtet werden mussten.

Zur Durchführung der HVK war man auf die Mitarbeit der Bezirksverwaltungen angewiesen. Insbesondere die Vervollständigung der Verwaltungsakten lag in den Händen der Auftraggeber. Von großer Bedeutung waren dabei Informationen über die Krankenvorgeschichte (Arbeitsunfähigkeitszeiten, stationäre Behandlungszeiten, Rehabilitationsmaßnahmen, Operationsberichte, Vorerkrankungen, frühere bildgebende Befunde), die durch Nachfrage bei den Trägern der Krankenversicherungen eingeholt wurden und die Evaluation des Technischen Aufsichtsdienstes bezüglich des beruflichen Belastungsprofils und der Aufstellung der Stundenzahl kniebelastender Tätigkeit.

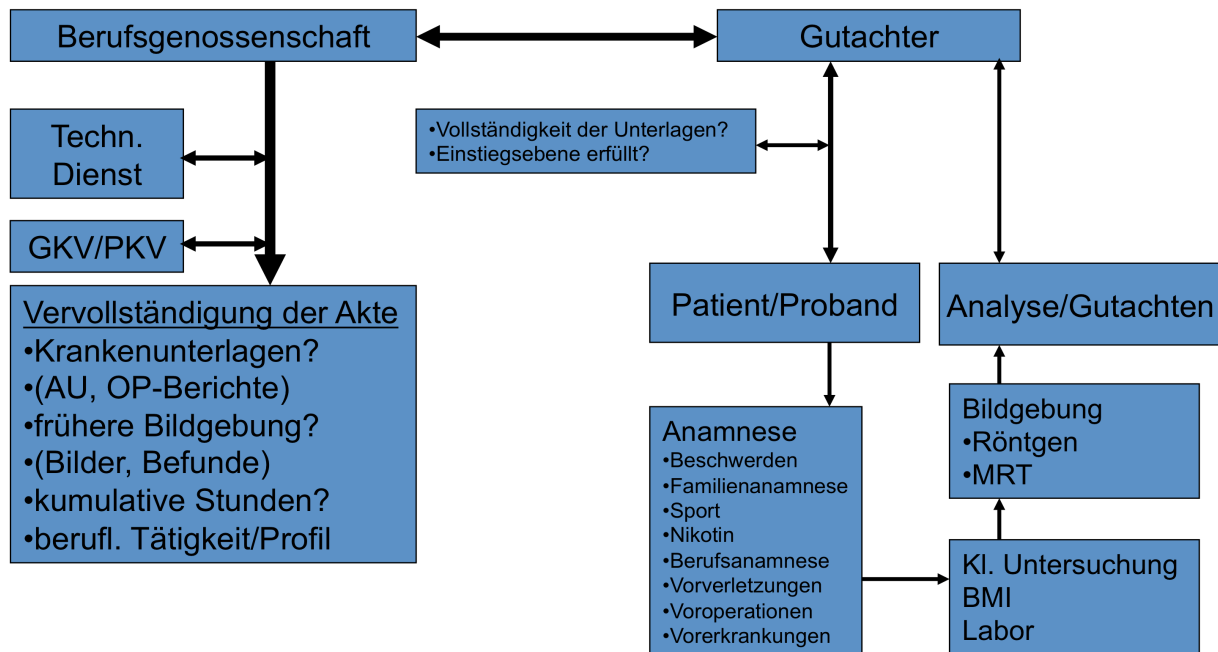


Abb. 6: Aufgabenverteilung/Arbeitsablauf im Rahmen der Heilverfahrenskontrollen (Dwornik et al. 2012).

Die Versicherten, alle männlichen Geschlechts, waren 30 bis 73 Jahre alt (Mittelwert 56,8 Jahre \pm 7,44 Jahre, medianes Alter: 58 Jahre). Die Verteilung der durch die entsprechenden Berufsgenossenschaft versicherten beruflichen Tätigkeiten ist in Tabelle 9 aufgeführt.

Tab. 9: Daten zur versicherten Tätigkeit. Mehrfachnennungen waren möglich. (Hofmann et al 2011)

Beruf	Anzahl
Fliesenleger	48
Maurer	12
Dachdecker	9
Gas- und Wasserinstallateure/Heizungsbauer	9
Maler/Lackierer	6
Fußbodenleger	5
Estrichleger	3
Steinsetzer	2
Pflasterer	1
Zimmerer	1
Parkettleger	1
Natursteinleger	1
Straßen- und Tiefbauer	1

Steinmetz	1
Glaser	1
Industrieisolierer	1
Drahtschlosser	1
Winzer	1
Kranführer	1
Apparatebauer	1
Anlagenelektroniker	1
Schlosser	1
Baufachwerker	1
Spengler	1

Die Aufstellung der kumulativen Dauer kniebelastender Tätigkeit wurde durch die Berufsgenossenschaften mitgeteilt. Zuständig war dafür der Technische Aufsichtsdienst, heute Präventionsdienst der BG. Hierzu wurden am Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung im Projekt GonKatast ein Belastungskataster zu Zeitanteilen kniebelastender Tätigkeit in verschiedenen Berufen aufgestellt. In 60 Fällen ist eine Mitteilung der kumulativen Stundendauer erfolgt und reichte von 1885-50100 Stunden (Mittelwert $19330 \pm 8895,55$ Stunden, Median: 18245 Stunden). Bei fehlenden Daten wurde mittels standardisierten Fragebogen (siehe Anhang) eine Berechnung durch den Untersucher vorgenommen, wobei dabei lediglich auf die Angaben der Versicherten Rücksicht genommen wurde.

3.2. Datenerhebung

Die Datenerhebung zur Anamnese und klinischen Untersuchung erfolgte nach einem standardisierten Verfahren, welches sich nach dem im Anhang aufgeführten Anamnese- und Untersuchungsbogen orientierte. Die Evaluierung der kniebelastenden Tätigkeit wurde nur bei fehlender Information seitens der BG durchgeführt. Die Datenerhebung gliederte sich wie folgt:

- Anamnese
- Klinischer Befund
- Projektionsradiografie
- Kernspintomografie
- Laboruntersuchung

Missing datas: Nach medizinisch-ethischen Grundsätzen war es den Versicherten möglich/gestattet, einzelne Untersuchungen abzulehnen. Die Datensammlung erfolgte zum Teil retrospektiv, so dass während der Untersuchungen teilweise nicht dokumentiert wurden.

3.2.1. Anamnese

Zur Anamnese wurden folgende Parameter erfragt:

- Familienanamnese (hereditäre Gonarthrose, degenerative Vorerkrankungen)
- Eigenanamnese:
 - Berufsanamnese
 - sportliche Aktivitäten
 - internistische Vorerkrankungen
 - mono- oder polyartikulärer Befall
 - Vorverletzungen
 - Voroperationen
 - Nikotin- und Alkoholkonsum
 - Beschwerdeausmaß (schmerzfreie Gehstrecke)
 - Medikamenteneinnahme, insbesondere Schmerzmittel

Zur Anamneseerhebung wurden auch die Daten, welche durch die Berufsgenossenschaften übermittelt wurden, berücksichtigt. Ergänzt wurde die Anamnese durch die Fragebögen zum modifizierten KOOS-Score, die Beantwortung erfolgte auf freiwilliger Basis, eine Pflicht zur Vollständigkeit oder Abgabe war im Design der Studie nicht vorgesehen.

Tabelle 13 (s.u.) gibt einen Überblick über die anamnestischen Daten. Dabei wurde eine relative Wertung, insbesondere der Vorverletzungen vorgenommen. Sie wurden wie folgt gewertet:

- leichte Vorverletzungen: Distorsionstraumata ohne morphologisches Korrelat, Seitenbandverletzungen, Kontusionen, Patellaluxationen
- schwere Vorverletzungen: Kreuzbandverletzungen, stattgehabte Tibiakopffrakturen, Patellafrakturen oder Frakturen der Femurkondylen

3.2.2. Klinische Untersuchung

Folgende klinische Befunde wurden erhoben:

- Körpergröße und –gewicht, BMI (errechnet)
- Gangbild
- Beinachsen
- Patellaverschieblichkeit und –schmerzhaftigkeit (Patellaverschiebeschmerz und Zohlen-Zeichen)
- Gelenkerguss (tanzende Patella, Bulge sign)
- Meniskuszeichen (Payr, Steinmann I und II, Böhler, McMurray, Apley)
- Kreuzbandstabilität (vorderes und hinteres Schubladenzeichen, Pivot-Shift)
- Seitenbandinstabilität (mediale und laterale Aufklappbarkeit)
- Krepitationen
- Überwärmung (Fries-Zeichen)
- Funktionsprüfung (ROM, Kraftgrade nach Janda, Beinumfang).

Es erfolgte zudem die Untersuchung der Hüft- und Sprunggelenke, der Füße und Zehen, des muskulären Status, des arteriellen und venösen Gefäßstatus, der Muskeleigenreflexe der unteren Extremitäten (Patellarsehnen-, Achillessehnenreflex).

Die Berechnung des BMI erfolgte nach der üblichen Formel: Körpergewicht/(Körpergröße in Meter)². Die Einordnung des BMI erfolgte nach den WHO-Kriterien:

- Normalgewicht: < 25 kg/m² Körperoberfläche (KO)
- Übergewicht: 25 – 30 kg/m² KO
- Adipositas: 30 – 35 kg/m² KO
- Fettleibigkeit: > 35 kg/m² KO.

3.2.3. Klinische Chemie/Laboruntersuchung

Die laborchemische Untersuchung erfolgte durch Entnahme von venösem Blut in gängiger Praxis. Dabei wurden 7,5 ml Serum, 2,7 ml EDTA-Blut und 3,5 ml zur Bestimmung der Blutsenkungsgeschwindigkeit gewonnen. Die Werte wurden

allesamt im hauseigenen Labor der Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost Halle (Saale) bestimmt. Es wurden folgende Parameter untersucht:

- Blutsenkungsgeschwindigkeit
- Kleines Blutbild (Erythrozytenzahl, Hb, Hk, MCH, MCHV, MCV, Leukozytenzahl, Thrombozytenzahl)
- Elektrolyte (Natrium, Kalium, Magnesium, Phosphat, Eisen, Kalzium)
- Blutfette (Triglyceride, Gesamtcholesterin, HDL, LDL)
- HbA1c
- Schilddrüsenhormone (TSH, fT3, fT4)
- Gesamtproteine, Kreatinin, GFR (durch Labor errechnet), Harnstoff
- Harnsäure
- ALAT, ASAT, Alkalische Phosphatase
- Gesamtbilirubin

Zur Auswertung wurden die hauseigenen Referenzbereiche zugrunde gelegt.

3.2.4. Projektionsradiografie

Die Röntgenübersichtsaufnahmen erfolgten im Liegen in 3 Ebenen:

- a.p.-Projektion
- seitliche Projektion
- Tangentialaufnahme der Patella in 45° Kniebeugung

Die Aufnahmen im Liegen erfolgten nach hausüblichem Standard, der nicht die Aufnahmen im Stand (Rosenberg-Standaufnahme) vorsieht. Es wurden Röntgenaufnahmen beider Kniegelenke gefertigt. Die Vorschriften zum Strahlenschutz wurden eingehalten.

Die Auswertung der Aufnahmen erfolgte unter Anwendung des von uns modifizierten Score nach Kellgren und Lawrence (Kellgren und Lawrence 1957), welcher für jedes einzelne Kompartiment angewendet und im Summenscore zusammengefasst wurde. Das heißt, dass je Kniegelenk ein Maximalwert von 24 Punkten erreicht werden konnte, wobei die Degeneration umso fortgeschrittener war je höher der Punktwert (siehe Tabelle 10).

Tab. 10: Anwendung des modifizierten Kellgren-Lawrence-Score (Kellgren und Lawrence 1957) zur Bewertung der Degeneration der Kniegelenke in der Projektionsradiografie. Die Bewertung erfolgte für die einzelnen Kompartimente, diese wurden im Summenscore zusammengefasst (modifiziert nach Hofmann et al 2011).

Osteophyten (A)	0 = keine oder beginnend 1 = definitive Osteophyten
subchondrale Sklerosierung (B)	0 = keine 1 = leichte 2 = signifikante 3 = signifikant, Bildung von Knochenzysten
Gelenkspaltweite (C)	0 = normal (Männer: 5,7 mm, Frauen: 4,8 mm) 1 = weniger als die Hälfte 2 = aufgehobener Gelenkspalt
Deformierung (D)	0 = keine Deformierung 1 = (beginnende) Entrundung der Femurkondylen 2 = signifikante Deformierung/Destruktion
Summenscore = (Summe mediales Kompartiment [A+B+C+D]) + (Summe laterales Kompartiment [A+B+C+D]) + (Summe retropatellares Kompartiment [A+B+C+D])	

3.2.5. Kernspintomografie

Das Untersuchungsprotokoll umfasste:

- protonengewichtete SPAIR-Sequenz in 3 Ebenen (koronar/frontal, sagittal, axial/transversal)
- T2-gewichtete Gradientenechosequenz (koronar, sagittal)
- T1-gewichtete Turbospinsequenz (sagittal).

Die Akquisitionstechnischen Details sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Die Beurteilung erfolgte in Anlehnung an die Klassifikation von Outerbridge (Outerbridge 1961). Es wurde versucht, ein lokoregionäres Schädigungsmuster in nach der WORMS-Klassifikation (Peterfy et al. 2004) zu identifizieren.

Tab. 11: Akquisitionstechnische Details der MRT-Sequenzen (Hofmann et al. 2011)

	PD SPAIR	T2-Gradientenecho	T1-Turbo-Spinecho
Akquisitionszeit	3,08 min	2,41 min	2,24 min
FOV (field of view):			
- FH-Richtung	190 mm	200 mm	200 mm
- RL-Richtung	172 mm	94 mm	105 mm
- AP- Richtung	112 mm	161 mm	179 mm
Schichtdicke	3 mm	2 mm	3 mm
Schichtstapel	34 Schichten	43 Schichten	32 Schichten
Gap	0,3 mm	0,3 mm	0,3 mm

3.2.6. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Daten erfolgte nach Abschluss des Untersuchungszeitraumes. Zu allen anamnestischen Daten und klinischen Befunden erfolgten numerische Zuordnungen. Soweit möglich wurde dies auch im Einzelfall für den KOOS-Score durchgeführt. Aus den anamnestischen Daten, den klinischen und paraklinischen Befunden wurden nach eigenem Ermessen konkurrierende Faktoren festgelegt (siehe Tabelle 13). Operative Eingriffe flossen nicht in die Bewertung ein, um Doppelwichtungen von Parametern zu verhindern. Die erhobenen Daten wurden nach Dokumentation in Excel-Tabellen (Microsoft, Redmond, USA) mit Hilfe des Programms SPSS 11.5.1 (SPSS Inc., Chicago, USA) ausgewertet. Da es sich um symmetrische und asymmetrische Variablen, handelt wurde die Korrelationsanalyse nach Kendall- τ -B durchgeführt. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Tab. 12: konkurrierende Faktoren und deren (relative) Wertung (Hofmann et al. 2011)

Relative Wertung	0	1	2
Familienanamnese bezüglich degenerativer Erkrankungen	negativ	positiv	
Sport	kein/wenig	häufig/langjährig	Intensiv/Leistungssport
Nikotinabusus	Nichtraucher	Raucher/Exraucher	
BMI (kg/m ² KO)	< 30	30 – 35	≥ 35
Cholesterin (mg/dl)	< 220	≥ 220	≥ 280
Vorverletzungen	keine	leicht: Distorsionstraumata ohne morphologisches Korrelat, Seitenbandverletzungen, Kontusionen, Patellaluxationen	schwer: Kreuzbandverletzungen, stattgehabte Tibiakopffrakturen, Patellafrakturen oder Frakturen der Femurkondylen
Beinachse	physiologisch	varisch/valgisch	
Bandapparat	stabil	Seitenbandinstabilität	Kreuzbandinstabilität

4 Ergebnisse

Insgesamt wurden 97 Versicherte im Rahmen einer Heilverfahrenskontrolle untersucht. Alle untersuchten Personen waren männlich, die Altersspanne betrug 30-73 Jahre (Mittelwert: 56,8 ± 7,44 Jahre, Median 58 Jahre). Die kumulative Stundendauer kniebelastender Tätigkeit reichte von 1185 bis 50100 Stunden (Mittelwert: 19330 ± 8895,55 Stunden, Median: 18245 Stunden). 10 Patienten erfüllten die arbeitstechnischen Voraussetzungen nicht, bei 15 Versicherten war bei Vorliegen eines totalendoprothetischen Kniegelenkersatz eine retrospektive Beurteilung nicht mehr möglich.

4.1. Anamnese

Einen Überblick über die anamnestischen Daten und deren relative Wertung gibt Tabelle 13.

Tab. 13: anamnestische Daten (relative Bewertung) (modifiziert nach Hofmann et al. 2011)

degenerative Erkrankungen in der Familienanamnese	positiv (1): 15 Versicherte
	negativ (0): 82 Versicherte
Sportliche Betätigung	keine (0): 41 Versicherte
	gelegentlich/wenig (0): 15 Versicherte
	regelmäßig/Vereinssport (1): 41 Versicherte
	intensiv/Leistungssport (2): 0 Versicherte
Vorverletzungen im Bereich der Kniegelenke	
<i>rechtes Kniegelenk</i>	<i>linkes Kniegelenk</i>
keine (0): 68 Versicherte	keine (0): 79 Versicherte
leicht (1): 15 Versicherte	leicht (1): 11 Versicherte
schwer (2): 10 Versicherte	schwer (2): 5 Versicherte
keine Angaben: 4 Versicherte	keine Angaben: 3 Versicherte
Eingriffe an den Kniegelenken	
<i>rechtes Kniegelenk</i>	<i>linkes Kniegelenk</i>
keine: 43 Versicherte	keine: 42 Versicherte
intraartikuläre Injektionen/Punktionen: 1 Versicherter	intraartikuläre Injektionen/Punktionen: 3 Versicherte
Arthroskopie: 29 Versicherte	Arthroskopie: 37 Versicherte
Bursektomie: 8 Versicherte	Bursektomie: 5 Versicherte
Umstellungsosteotomie: 2 Versicherte	Umstellungsosteotomie: 1 Versicherter
laterales Release: 3 Versicherte	Knietotalendoprothese: 9 Versicherte
offene Meniskusoperation: 2 Versicherte	
Knietotalendoprothese: 9 Versicherte	

Neben den in der Tabelle aufgeführten Daten wurden Schmerzdauer und –intensität sowie der Bedarf an Schmerzmitteln (Analgetika) als eigenständiger Parameter gewertet (Tabelle 14). Numerisch quantifiziert und in die Korrelationsanalyse einbezogen wurde dabei lediglich die Schmerzintensität.

Tab. 14: anamnestische Angaben zur schmerzfreien Gehstrecke, Schmerzdauer, -intensität und Analgetikabedarf (modifiziert nach Hofmann et al. 2011)

Schmerzfreie Gehstrecke		
Unbegrenzt	44 Versicherte	
Eingeschränkt (bis 500 m)	25 Versicherte	
Aufgehoben (< 500 m)	22 Versicherte	
keine Angaben	6 Versicherte	
Schmerzen in den Kniegelenken	rechtes Kniegelenk	linkes Kniegelenk
Schmerzdauer (in Jahren)		
Minimum	0	0
Maximum	40	40
Mittelwert (Standardabweichung)	11,27 (\pm 9,42)	10,49 (\pm 9,61)
Median	8	8
keine Angaben	3 Versicherte	6 Versicherte
Schmerzintensität (relative Wertung)		
keine Schmerzen (0)	7 Versicherte	13 Versicherte
Belastungsschmerz (1)	19 Versicherte	15 Versicherte
Anlaufschmerz (2)	14 Versicherte	19 Versicherte
Ruhschmerz (3)	57 Versicherte	50 Versicherte
Analgetikabedarf		
Keine Einnahme von Analgetika	32 Versicherte	
WHO – Stufe 1 (NSAR)	29 Versicherte	
WHO – Stufe 2 (NSAR + niederpotentes Opiat)	10 Versicherte	
WHO – Stufe 3 (starkes Opioid, ggf. + NSAR)	3 Versicherte	
Regelmäßige Instillation von Lokalanästhetika in die Kniegelenke	3 Versicherte	
keine, ungenaue oder unbrauchbare Angaben	20 Versicherte	

4.2. Klinische Untersuchung

Unsererseits wurden BMI, Beinachse und Stabilität der Kniegelenke als konkurrierende Faktoren gewertet (Tabelle 15). Die relative Wertung und numerische Zuordnung ist Tabelle 13 zu entnehmen. Die Körpergröße reichte von 158 cm bis 198 cm (Mittelwert: 176,26 cm \pm 7,70 cm, Median: 175,5 cm). Das Körpergewicht betrug im Mittel 93,21 kg \pm 17,56 kg (Minimum: 58 kg, Maximum: 154 kg, Median: 90

kg). Der daraus errechnete mittlere BMI (in kg KG/m² KO) lag bei 29,95 ± 5,15 (Minimum: 21,9, Maximum: 50,1, Median: 28,74). Als konkurrierend wurde ein erhöhter BMI erst bei Vorliegen einer Adipositas gewertet.

Bei 25 Versicherten wurde eine Achsabweichung des rechten, bei 30 Versicherten des linken Kniegelenkes evaluiert. Eine Graduierung erfolgte nicht. Eine relative Wertung der Bandinstabilitäten wurde vorgenommen. Seitenbandinstabilitäten im rechten und/oder linken Kniegelenk lagen bei 5 Versicherten vor, Kreuzbandinstabilitäten rechts und/oder links bei 10 Versicherten.

Die übrigen erhobenen klinischen Parameter (siehe Anhang) waren aufgrund ihrer Heterogenität nicht zur Korrelationsanalyse geeignet.

Tab. 15: konkurrierende Faktoren, hervorgehend aus der klinischen Untersuchung und deren relative Bewertung (in Klammern) (modifiziert nach Hofmann et al. 2011)

	BMI (kg/m ²)	
Normalgewicht	< 25	14 Versicherte
Übergewicht	25-30	42 Versicherte
Adipositas (1)	30-<35	24 Versicherte
Fettleibigkeit (2)	> 35	14 Versicherte
Beinachse	rechtes Kniegelenk	linkes Kniegelenk
physiologisch (0)	72 Versicherte	67 Versicherte
varisch oder valgisch (1)	25 Versicherte	30 Versicherte
Bandapparat	rechtes Kniegelenk	linkes Kniegelenk
stabil (0)	82 Versicherte	82 Versicherte
Seitenbandinstabilität (1)	5 Versicherte	5 Versicherte
Kreuzbandinstabilität (2)	10 Versicherte	10 Versicherte

4.3. Laboruntersuchung

Von 96 Versicherten wurde mittels venöser Blutentnahme, ein Versicherter verweigerte die Blutentnahme. In der Auswertung der Laborbefunde fiel eine Häufung der Abweichung oberhalb des Normbereichs bei den Lipoproteinen, insbesondere beim Gesamtcholesterin auf. Der Mittelwert betrug hier 218,83 ± 47,01 mg/dl (Minimum: 107,20 mg/dl, Maximum: 385,00 mg/dl, Median: 218,50 mg/dl). Wir

legten somit das Gesamtcholesterin als weiteren konkurrierenden Faktor fest, welcher in die Korrelationsanalyse einfluss.

Tab. 16: Ergebnisse der laborchemischen Untersuchung. Die Normwerte orientieren sich dabei am hauseigenen Standard (nach Hofmann et al. 2011).

Parameter	Normbereich	Dimension	n im Normbereich	n außerhalb des Normbereichs
Leukozyten	3,8-9,8	GPT/l	91	5
Erythrozyten	4,6-6,2	TPT/l	81	15
Hb	7,4-12	mmol/l	96	0
Hk	0,4-0,54	L/L	96	0
MCV	85-95	fl	82	14
MCH	1,7-2,0	fmol	96	0
MCHC	18,5-21,0	mmol/l	96	0
RDW	10-16	%	96	0
Thrombozyten	150-300	GPT/l	86	10
MTV	7,4-10,4	fl	96	0
HbA1c	< 6	%	72	24
Natrium	137-145	mmol/l	88	8
Kalium	3,5-5,1	mmol/l	94	2
Calcium	2,10-2,55	mmol/l	90	6
Chlorid	98-107	mmol/l	84	12
Magnesium	0,7-1,0	mmol/l	96	0
Phosphat	0,81-1,45	mmol/l	89	7
Kreatinin	71,0-133,0	mmol/l	82	14
GFR (errechnet)		ml/min	96	0
Bilirubin (gesamt)	3,2-7,1	mmol/l	96	0
Bilirubin (direkt)	3-22	mmol/l	95	1
ASAT (= GOT)	0,3-1,0	mmol/l/s	91	5
ALAT (= GPT)	0,4-1,2	mmol/l/s	78	18
Alkalische Phosphatase	0,63-2,1	mmol/l/s	92	4
Harnsäure	208-506	mmol/l	92	4
Cholesterin (gesamt)	< 200	mg/dl	36	60
Triglyceride	< 200	mg/dl	55	41
HDL	40-60	mg/dl	55	41
LDL	< 155	mg/dl	69	27
CRP	< 10	mg/l	93	3

Gesamtprotein	63-82	g/L	89	7
TSH	0,230-4,670	mU/ml	95	1
fT3	3,25-7,80	pmol/l	95	1
fT4	10-24,6	pmol/l	95	1
BSR (1 h)	< 15	mm/h	80	16
BSR (2 h)	< 30	mm/h	83	13

4.4. Konventionelle Röntgendiagnostik

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte nach o.g. modifizierten Kellgren-Lawrence-Score. Bei einseitig endoprothetisch versorgten Kniegelenk wurde die Gegenseite, welche nicht versorgt war, beurteilt und ging als Mittelwert aus zwei Gelenken in die Bewertung ein. Die Ergebnisse sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

Tab. 17: Ergebnisse der Projektionsradiografie. Das mögliche Minimum betrug 0, das mögliche Maximum 24 Punkte je Kniegelenk (modifiziert nach Hofmann et al. 2011).

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert und Standardabweichung	Median
rechts	88	0	18	3,41 ± 3,577	3,0
links	85	0	13	3,05 ± 3,162	2,0
Mittelwerte beider Kniegelenke, mögliches Minimum: 0; mögliches Maximum: 24 Punkte					
beidseits	91	0	18	3,4 ± 3,409	2,5

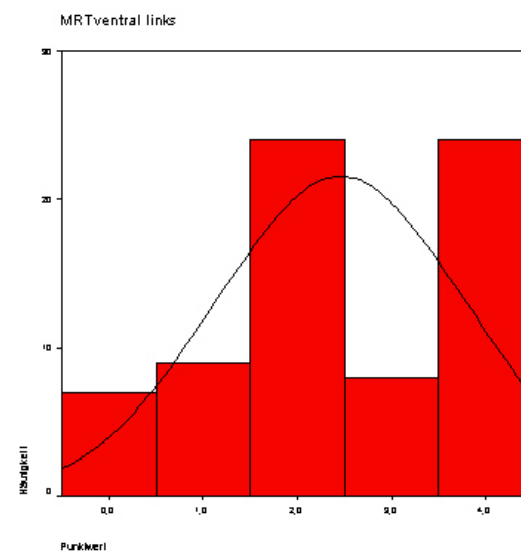
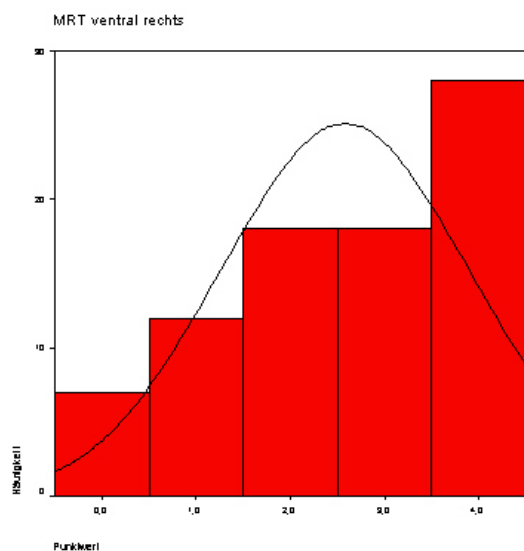
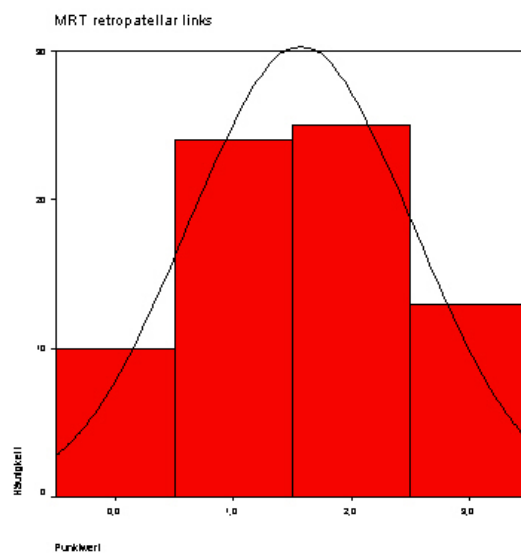
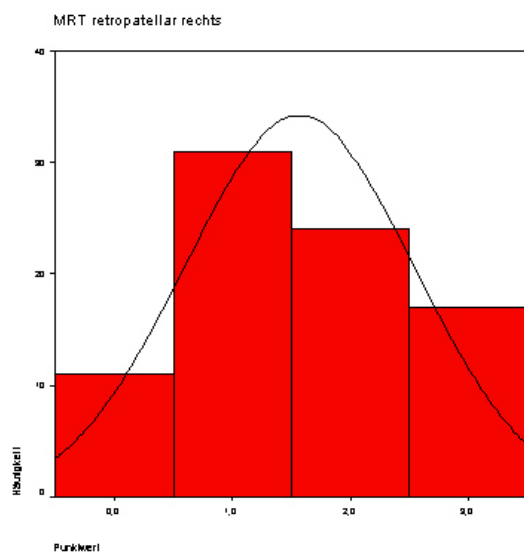
4.5. Kernspintomografie

Zur Auswertung der kernspintomografischen Befunde wurde eine Kompartimentierung der Kniegelenke in ein ventrales, dorsales und retropatellares Kompartiment vorgenommen. Schädigungen im Gelenk wurden binär bewertet, d.h. bei Vorliegen einer Schädigung, unabhängig welchen Ausmaßes wurde der Punktwert 1 vergeben, bei blanden Befund der Wert 0. Die Punktwerte wurde aufsummiert. Beurteilt wurden das Vorliegen von Osteophyten, die Knorpelflächen, das Vorhandensein einer subchondralen Ödematisierung und Schädigungen der Menisken (im ventralen dorsalen Kompartiment). Analog zur Projektionsradiografie wurde dies getrennt für beide Seiten und im Mittel zusammen für beide Seiten vorgenommen. Somit lag das mögliche Minimum bei 0 Punkten, das mögliche Maximum bei 11 Punkten.

Tab. 18: Ergebnisse der Kernspintomografie. Das mögliche Minimum betrug 0, das mögliche Maximum 11 Punkte je Kniegelenk (modifiziert nach Hofmann et al. 2011).

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert und Standardabweichung	Median
rechts	83	0	11	6,71 ± 3,058	7,0
links	72	0	11	6,32 ± 2,896	6,0
Mittelwerte beider Kniegelenke, mögliches Minimum: 0; mögliches Maximum: 11 Punkte					
beidseits	91	0	11	6,63 ± 2,838	6,5

Zusätzlich wurde eine Beurteilung vorgenommen, ob eine altersunphysiologische Gonarthrose vorlag, was in 61 Fällen zu konstatieren war. Hierzu wurden die eigenen Erfahrungs- und empirische Werte herangezogen. In 62 Fällen wiesen beide Kniegelenke degenerative Veränderungen auf.



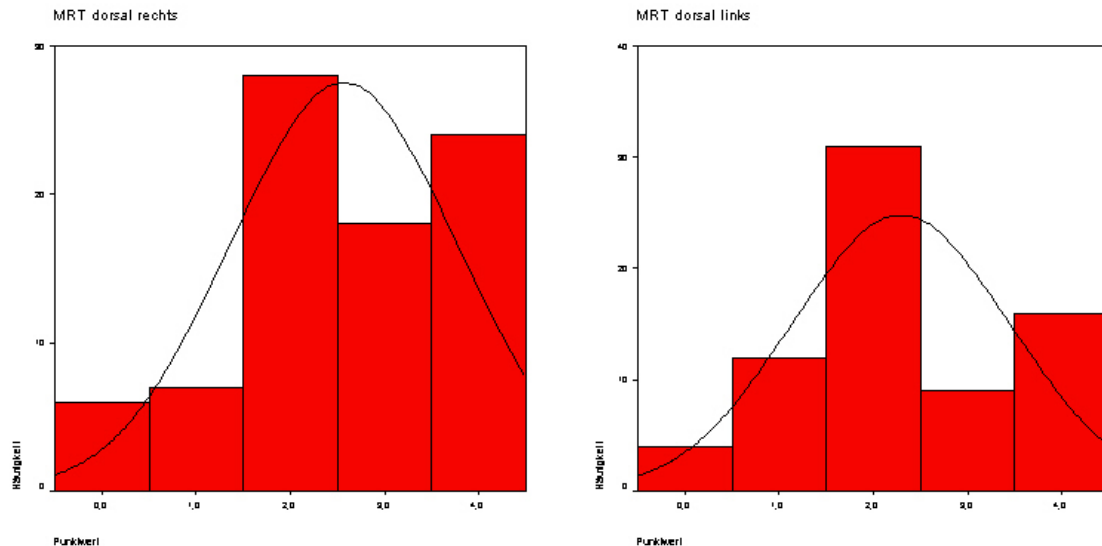


Abb. 7 a-f: Häufigkeitsverteilung der Degenerationen im MRT unterteilt in die verschiedenen Gelenkanteile in der sagittalen Ebene. Abb. 7a und 7b bilden den retropatellaren Teil (rechts und links) ab, Abb. 7 c und 7d, den ventrale Teil (rechts/links), Abb. 7e und 7f den dorsalen Teil ab. Die Punktwerte (0-4) sind dabei auf der x-Achse aufgetragen, die Häufigkeiten (in Zehnerschritten auf der y-Achse). Die Normalverteilungskurven zeigen im Vergleich keine signifikanten Unterschiede.

4.6. Korrelationsanalyse

Den durch uns festgelegten konkurrierenden Faktoren wurden zur Durchführung der Korrelationsanalyse Punktwerte zugeordnet (Tabelle 13). Der Minimalwert je Kniegelenk lag bei 0, der Maximalwert je Kniegelenk bei 13. Ebenso numerisch gewertet wurden die kniebelastende Tätigkeit (kumulative Stundenzahl), wobei sich die Wertung aus der Stundenzahl selbst ergab, die Schmerzintensität (siehe Tabelle 14) und die Ergebnisse aus der Röntgen- und MRT-Untersuchung (Tabelle 17 und 18). Auch flossen die Ergebnisse der Befragung zum KOOS-Score in die Untersuchungen ein. Es wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Kendall τ_b verwendet. Das Signifikanzniveau wurde auf $\alpha = 0,05$ festgelegt.

Signifikante Korrelationen zeigten sich dabei nur bei Vergleich folgender Paarungen:

- Röntgen- vs. MRT-Befunde ($p = 0,000001$)
- KOOS vs. Röntgen ($p \leq 0,007$)
- KOOS vs. MRT ($p \leq 0,02$)
- BMI vs. KOOS ($p = 0,039$)

- BMI vs. Röntgen ($p \leq 0,026$)
- BMI vs. MRT ($p \leq 0,037$)
- Konkurrierende Faktoren vs. Röntgen (rechts und links) ($p \leq 0,01$)
- Konkurrierende Faktoren vs. MRT (rechts) ($p = 0,035$)
- Schmerzintensität (rechts) vs. KOOS ($p = 0,042$)
- Schmerzintensität (links) vs. Röntgen (links) ($p = 0,005$).

Tab. 19: Ergebnisse der Korrelationsanalyse (Hofmann et al. 2011)

Parameter 1	Parameter 2	r	p	Korrelation	N
kumulative Stundenzahl	KOOS	0,063	0,599	keine	35
kumulative Stundenzahl	KL-Score rechts	0,069	0,493	keine	52
kumulative Stundenzahl	KL-Score links	0,121	0,226	keine	52
kumulative Stundenzahl	KL-Score gesamt (Mittelw.)	0,099	0,298	keine	55
kumulative Stundenzahl	Summe MRT re. Kniegelenk	0,035	0,74	keine	48
kumulative Stundenzahl	Summe MRT li. Kniegelenk	0,012	0,914	keine	45
kumulative Stundenzahl	Summe MRT gesamt	0,058	0,607	keine	40
kumulative Stundenzahl	MRT gesamt Mittelwert	-0,001	0,994	keine	53
kumulative Stundenzahl	Schmerzintensität rechts	-0,01	0,924	keine	60
kumulative Stundenzahl	Schmerzintensität links	0,011	0,914	keine	60
Kontrafaktoren re. Kniegelenk	KOOS	0,142	0,167	keine	51
Kontrafaktoren li. Kniegelenk	KOOS	0,195	0,056	keine	52
Kontrafaktoren re. Kniegelenk	KL-Score rechts	0,236	0,01	schwach	70
Kontrafaktoren li. Kniegelenk	KL-Score links	0,273	0,003	schwach	70
Kontrafaktoren re. Kniegelenk	Summe MRT re. Kniegelenk	0,196	0,035	schwach	66
Kontrafaktoren li. Kniegelenk	Summe MRT li. Kniegelenk	0,133	0,184	keine	58
Kontrafaktoren re. Kniegelenk	Schmerzintensität rechts	0,045	0,637	keine	76
Kontrafaktoren li. Kniegelenk	Schmerzintensität links	0,023	0,802	keine	78
sportliche Betätigung	KOOS	-0,074	0,491	keine	55
sportliche Betätigung	KL-Score rechts	0,017	0,849	keine	88
sportliche Betätigung	KL-Score links	0,044	0,631	keine	85
sportliche Betätigung	KL-Score gesamt (Mittelw.)	0,046	0,592	keine	91
sportliche Betätigung	Summe MRT re. Kniegelenk	0,061	0,497	keine	83
sportliche Betätigung	Summe MRT li. Kniegelenk	-0,06	0,537	keine	72
sportliche Betätigung	MRT gesamt Mittelwert	0,025	0,769	keine	89
sportliche Betätigung	Schmerzintensität rechts	0,03	0,018	keine	97
sportliche Betätigung	Schmerzintensität links	0,018	0,842	keine	97
Schmerzintensität rechts	KOOS	0,218	0,042	schwach	55
Schmerzintensität links	KOOS	0,147	0,163	keine	55

Schmerzintensität rechts	KL-Score rechts	0,117	0,184	keine	88
Schmerzintensität links	KL-Score links	0,249	0,005	schwach	85
Schmerzintensität rechts	Summe MRT re. Kniegelenk	0,067	0,459	keine	83
Schmerzintensität links	Summe MRT li. Kniegelenk	0,123	0,198	keine	72
BMI	KOOS	0,195	0,039	schwach	54
BMI	KL-Score rechts	0,189	0,015	schwach	85
BMI	KL-Score links	0,178	0,026	schwach	82
BMI	KL-Score gesamt (Mittelw.)	0,192	0,01	schwach	88
BMI	Summe MRT re. Kniegelenk	0,216	0,006	schwach	81
BMI	Summe MRT li. Kniegelenk	0,178	0,037	schwach	70
BMI	MRT gesamt Mittelwert	0,226	0,003	schwach	87
Cholesterin (mg/dl)	KOOS	0,113	0,225	keine	55
Cholesterin (mg/dl)	KL-Score rechts	0,011	0,89	keine	88
Cholesterin (mg/dl)	KL-Score links	0,014	0,853	keine	85
Cholesterin (mg/dl)	KL-Score gesamt (Mittelw.)	-0,003	0,967	keine	91
Cholesterin (mg/dl)	Summe MRT re. Kniegelenk	0,058	0,388	keine	83
Cholesterin (mg/dl)	Summe MRT li. Kniegelenk	0,027	0,75	keine	72
Cholesterin (mg/dl)	MRT gesamt Mittelwert	0,055	0,457	keine	89
Cholesterin (mg/dl)	Schmerzintensität rechts	0,009	0,907	keine	95
Cholesterin (mg/dl)	Schmerzintensität links	0,123	0,118	keine	95
KOOS	KL-Score rechts	0,315	0,002	mittel	50
KOOS	KL-Score links	0,278	0,007	schwach	50
KOOS	KL-Score gesamt (Mittelw.)	0,339	0,001	mittel	53
KOOS	Summe MRT re. Kniegelenk	0,243	0,02	schwach	48
KOOS	Summe MRT li. Kniegelenk	0,385	0,001	mittel	41
KOOS	MRT gesamt Mittelwert	0,316	0,001	mittel	53
KOOS	Kontrafaktoren re. Kniegelenk	0,142	0,167	keine	51
KOOS	Kontrafaktoren li. Kniegelenk	0,195	0,056	keine	52
KL-Score rechts	Summe MRT re. Kniegelenk	0,502	0,000001	mittel	82
KL-Score links	Summe MRT li. Kniegelenk	0,561	0,000001	mittel	71
KL-Score gesamt (Mittelw.)	MRT gesamt Mittelwert	0,532	0,000001	mittel	88
KL-Score rechts	KL-Score gesamt (Mittelw.)	0,813	0,000001	stark	88
KL-Score links	KL-Score gesamt (Mittelw.)	0,842	0,000001	stark	85
KL-Score retropatellar rechts	MRT retropatellar rechts	0,443	0,000243	mittel	82
KL-Score retropatellar links	MRT retropatellar links	0,430	0,000238	mittel	71
KL ftm + KL fti rechts	MRT ventral rechts	0,433	0,000109	mittel	82
KL ftm + KL fti rechts	MRT dorsal rechts	0,431	0,000151	mittel	82
KL ftm + KL fti links	MRT ventral links	0,569	0,000001	mittel	71
KL ftm + KL fti links	MRT dorsal rechts	0,541	0,000001	mittel	71

4.7. Ergebnisse der Heilverfahrenskontrollen

In 15 der 97 Fälle erging die Empfehlung zur Anerkennung einer Berufskrankheit 2112. Bei 15 Versicherten war eine retrospektive Beurteilung aufgrund einer bereits erfolgten beidseitigen totalendoprothetischen Ersatzoperationen nicht mehr möglich. Zehn Versicherte erfüllten die Eingangsebene nicht, d.h. die arbeitstechnischen Voraussetzungen waren erwiesenermaßen nicht erfüllt.

Die nachfolgenden Daten beziehen sich auf die Gruppe der anerkannten Fälle: Das Durchschnittsalter betrug $59,9 \pm 2,9$ Jahre (Minimum: 54 Jahre, Maximum: 64 Jahre, Median: 59 Jahre). Die mittlere kumulative Dauer kniebelastender Tätigkeit lag bei 19488 ± 6939 Stunden (Minimum: 4045 Stunden, Maximum: 28776 Stunden, Median: 18339 Stunden). Die schmerzfreie Gehstrecke war in 7 Fällen auf unter 500 m eingeschränkt in 2 Fällen war sie aufgehoben. Beschwerden im rechten Kniegelenk (n=14) wurden im Mittel mit $12,6 \pm 10,7$ Jahren (Minimum: 2 Jahre, Maximum: 35 Jahre, Median: 8,5 Jahre), im linken Kniegelenk (n=14) mit $12,0 \pm 10$ Jahren (Minimum: 0 Jahre, Maximum: 35 Jahre, Median: 10,5 Jahre) angegeben.

Der BMI (in kg Körpergewicht/m² Körperoberfläche) lag zwischen 26,3 und 35,9 (Mittelwert: $30,3 \pm 3,2$, Median: 30,4). Rechtsseitig lagen bei 5 Versicherten, linksseitig bei 7 Versicherten Achsfehlstellungen vor. In 2 Fällen war beidseitig eine Seitenbandinstabilität nachzuweisen.

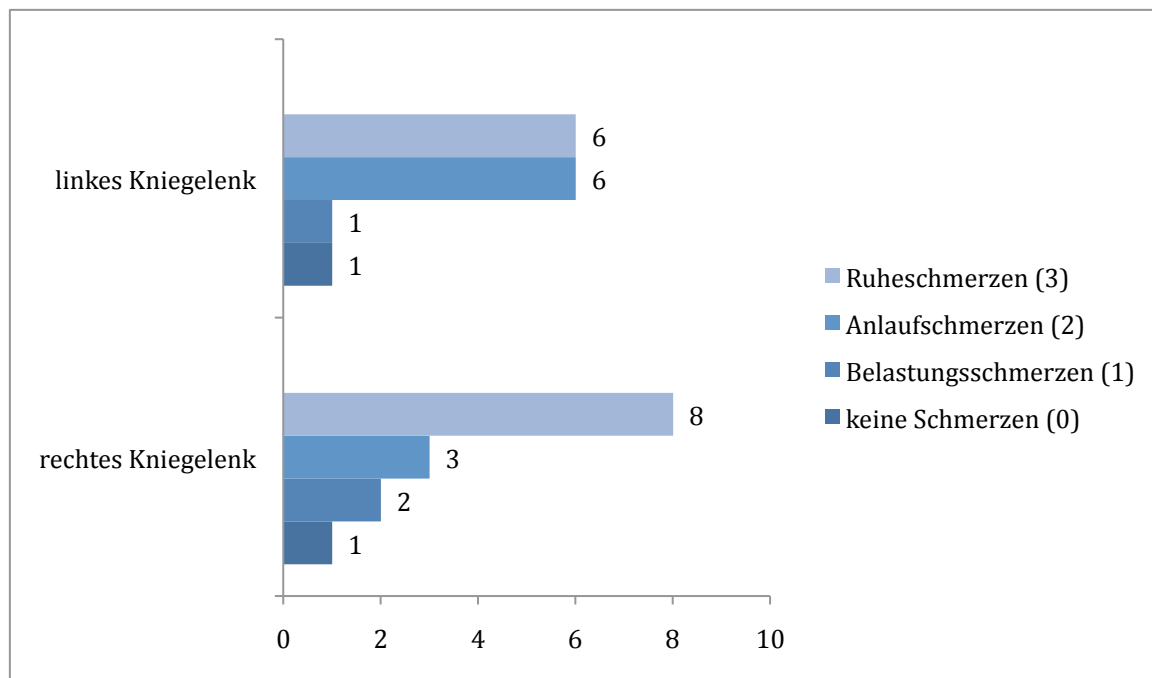


Abb. 8: Häufigkeitsverteilung (n=14) der Beschwerdeintensität (relative Wertung) in der Gruppe der anerkannten Versicherten

Weitere anamnestische Daten unter Berücksichtigung der konkurrierenden Faktoren sind in Tabelle 20 aufgeführt. Wie oben beschrieben erfolgte nur die Wertung des Gesamtcholesterins als konkurrierender Faktor bei der Einordnung der laborchemischen Befunde. Bei den 15 Versicherten lag das Minimum bei 107 mg/dl, das Maximum bei 289 mg/dl. Der Mittelwert betrug 213 ± 54 mg/dl. Der Median lag bei 215 mg/dl.

Tab. 20: Anamnestische Daten in der Gruppe der zur Anerkennung empfohlenen Versicherten

degenerative Erkrankungen in der Familienanamnese	positiv (1): 2 Versicherte
	negativ (0): 13 Versicherte
Sportliche Betätigung	keine (0): 6 Versicherte
	gelegentlich/wenig (0): 1 Versicherter
	regelmäßig/Vereinssport (1): 8 Versicherte
	intensiv/Leistungssport (2): 0 Versicherte
Vorverletzungen im Bereich der Kniegelenke	
rechtes Kniegelenk	linkes Kniegelenk
keine (0): 11 Versicherte	keine (0): 12 Versicherte
leicht (1): 2 Versicherte	leicht (1): 1 Versicherter
schwer (2): 0 Versicherte	schwer (2): 0 Versicherte

keine Angaben: 2 Versicherte	keine Angaben: 1 Versicherte
Eingriffe an den Kniegelenken	
rechtes Kniegelenk	linkes Kniegelenk
keine: 8 Versicherte	keine: 8 Versicherte
Arthroskopie: 5 Versicherte	Arthroskopie: 6 Versicherte
Knietotalendoprothese: 2 Versicherte	
Analgetikabedarf	
Keine Einnahme von Analgetika	3 Versicherte
WHO – Stufe 1 (NSAR)	6 Versicherte
WHO – Stufe 2 (NSAR + niederpotentes Opiat)	2 Versicherte
WHO – Stufe 3 (starkes Opioid, ggf. + NSAR)	0 Versicherte
Intraartikuläre Injektionen	0 Versicherte
Keine Angaben	4 Versicherte

In der konventionellen Bildgebung hob sich die Gruppe der anerkannten Fälle unter Betrachtung des Mittelwertes sowohl für das rechte Kniegelenk (Mittelwert in der Gruppe der nicht anerkannten Fälle: $3,43 \pm 3,946$ Punkte, Median: 2 Punkte) als auch für das linke Kniegelenk (Mittelwert in der Gruppe der nicht anerkannten Fälle: $2,37 \pm 2,808$ Punkte, Median: 1 Punkte) ab.

Tab. 21: Ergebnisse der Projektionsradiografie in der Gruppe der anerkannten Fälle. Das mögliche Minimum betrug 0, das mögliche Maximum 24 Punkte je Kniegelenk.

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert und Standardabweichung	Median
rechts	13	0	11	$4,69 \pm 3,351$	4,0
links	13	0	10	$5,08 \pm 3,402$	4,0
Mittelwerte beider Kniegelenke, mögliches Minimum: 0; mögliches Maximum: 24 Punkte					
beidseits	13	0	10	$4,88 \pm 2,987$	4,5

Analog zur Projektionsradiografie ließ sich auch in der Kernspintomografie, ausschließlich unter Betrachtung der Mittelwerte, eine vermehrte Degeneration nachweisen (Mittelwert für das rechte Knie [n=49] in der Gruppe der nicht anerkannten Fälle: $6,51 \pm 3,001$ Punkte, Median: 7 Punkte, Mittelwert für das linke Knie [n=39] in der Gruppe der nicht anerkannten Fälle: $5,31 \pm 2,716$ Punkte, Median: 5 Punkte).

Tab. 22: Ergebnisse der Kernspintomografie in der Gruppe der anerkannten Fälle. Das mögliche Minimum betrug 0, das mögliche Maximum 11 Punkte je Kniegelenk.

	n	Minimum	Maximum	Mittelwert und Standardabweichung	Median
rechts	12	0	11	7,83 ± 3,099	8,5
links	10	5	11	6,32 ± 2,896	10,0
Mittelwerte beider Kniegelenke, mögliches Minimum: 0; mögliches Maximum: 11 Punkte					
beidseits	12	0	11	8,13 ± 3,076	9,0

5 Diskussion

5.1. Besteht ein belastungskonformes Schädigungsbild einer Berufskrankheit Gonarthrose?

Durch die Roll-Gleit- und Rotationsbewegung der Femurkondylen auf dem Tibiaplateau bei Kniebeugung verlagert sich die Druckbelastung in den dorsalen Abschnitt des Tibiofemoralgelenkes. Dies ist durch biomechanische und MRT-morphologische Analysen bestätigt (Nakagawa et al. 2000, Freeman und Pinskerova 2003, Nagura et al. 2006). Amin et al. (2008) fanden in ihrer Untersuchung von 192 Männern mit beruflich bedingter Kniegelenkbelastung ein erhöhtes Risiko einer Retropatellararthrose. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen Eckstein et al. (2005), welche dosisabhängige Deformierungen des Retropatellarknorpels nach verschiedenen kniebelastenden Tätigkeiten beschreiben. Horng et al. (2011) konnten im Rahmen einer in-vivo-Untersuchung an 7 Probanden anatomisch plausible Kontakt- und Belastungszonen an der Patellarrückfläche als potentielle Ausgangspunkte von Degenerationen beschreiben. Aufgrund der Erkenntnisse, welche zum Untersuchungszeitpunkt bestanden, musste davon ausgegangen werden, dass bei beruflich bedingter, kniebelastender Tätigkeit oben erwähnte Degenerationsmuster bestehen. Dennoch handelte es sich zum großen Teil um Untersuchungen mit kleinen Fallzahlen bzw. bestand nur eine kurzzeitige Belastung, d.h. eine Regenerationsfähigkeit wurde nicht berücksichtigt. Eine Arbeitsgruppe um Spahn konnte in einer großen arthroskopischen Studie mit 1200 Patienten keine besonderes Verteilungsmuster der Schäden in Abhängigkeit von der beruflichen Tätigkeit detektieren (Spahn et al. 2010). In unserer Untersuchung konnte nach

statistischer Auswertung der Daten das vermutete Schädigungsmuster nicht nachgewiesen werden. Abbildung 7 a – f weist darauf hin. Ebenso wenig korrelierten die Einwirkungs-dosen mit den projektionsradiografischen und MRT-morphologischen Befunden. Lediglich im Initialstadium fanden sich in den dorsalen femorotibialen und retropatellaren Gelenkabschnitten über die Altersnorm hinausgehende MRT-morphologische Veränderungen, die im Gegensatz zur idiopathischen Gonarthrose stehen. Dies kann jedoch der relativ geringen Fallzahl unserer Studie oder aber auch der vermehrten Aussagekraft des MRT gegenüber der Röntgenuntersuchung geschuldet sein, die in den Begutachtungsempfehlung nur ergänzend empfohlen ist. Zur Bewertung und Aussprechen einer Empfehlung haben wir diese Tatsache als gewichtiges Merkmal gesehen. Bis zum heutigen Tage ist in der Literatur keine Veröffentlichung zu finden, welche eben diesen Nachweis erbringen konnte. Somit beruhten die Empfehlungen für die Verwaltung auf einem hypothetischen Schädigungsbild. Einige Fallbeispiele sind in der eigenen publizierten Arbeit (Dwornik et al. 2012) aufgeführt. In 4 der 5 dargestellten Fallbeispiele finden sich hier in den MRT-Aufnahmen degenerative Veränderungen in den dorsalen Gelenkanteilen (Abb. 8a und 8b).

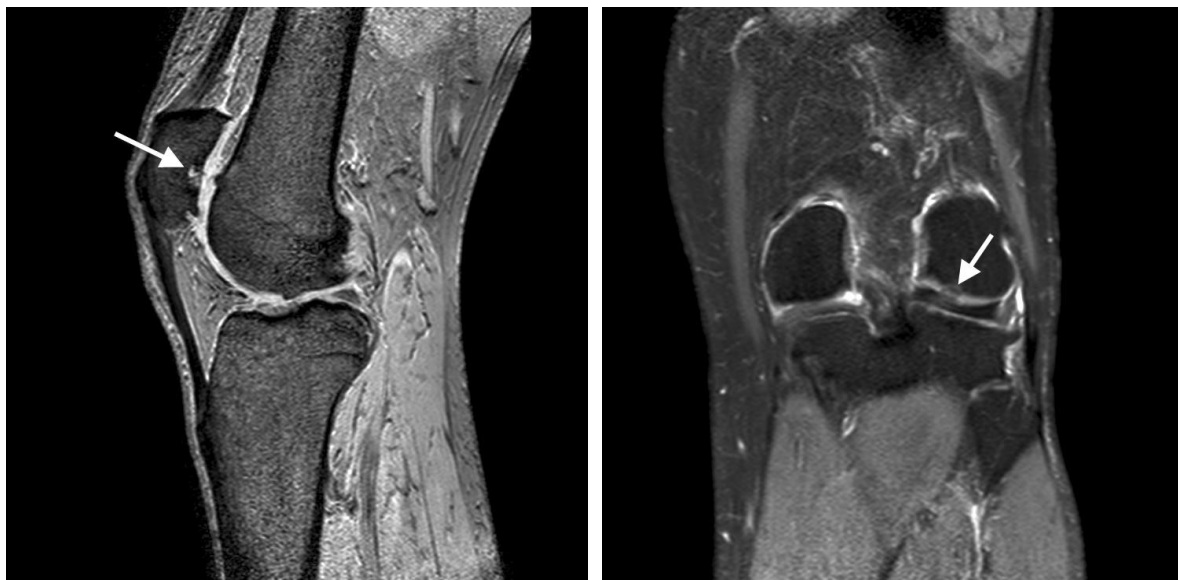


Abb. 9a und 9b: MRT des linken Kniegelenkes eines 57jährigen Straßenbauers, kumulative Stundendauer 13934 Stunden, regrediente Symptomatik bei Wegfall der beruflichen Belastung. Geröllzystenbildung retropatellar (Pfeil in Abb. 8a). Deutliche chondrale Defektzone im dorsalen Anteil des lateralen Kompartimentes (Pfeil in Abb. 8b). (Dwornik et al. 2012)

Neben dem fehlenden belastungskonformen Schädigungsbild lässt sich auch kein belastungskonformes Krankheitsbild beschreiben. Zwar besteht eine geringe Korrelation zwischen KOOS und den bildgebenden Befunden, auf der anderen Seite sollte nicht nur eine Korrelation zwischen KOOS und Schmerzintensität für ein, sondern für beide Kniegelenke angenommen werden. Gerade in den Frühstadien der Gonarthrose besteht keine enge Beziehung zwischen den klinischen Krankheitszeichen und dem radiologischen Stadium (Zacher et al. 2007), womit in unseren Augen gleichzeitig eine Befürwortung der Kernspintomografie (siehe Kapitel 6.2.) entsteht. Dennoch ist der KOOS geeignet, das Outcome durchgeführter Therapiemaßnahmen zu messen. So ließen sich deutliche Effekte bei den Activities of Daily Life (ADLs) nach Meniskusresektion, in allen Items nach Kreuzbandplastik und in den Subskalen Schmerz, Sport und Lebensqualität nach autologer Chondrozytentransplantation nachweisen, wie Collins et al. (2011) konstatieren. In der Arbeit, welche einzelne Messinstrumente vergleicht, wird jedoch keine Aussagekraft des KOOS zu den radiologisch fassbaren Veränderungen getroffen. Keine Verbindung zwischen klinischen/experimentellen Schmerzparameter und radiologischen Veränderungen finden Arendt-Nielsen et al. (2010). Demgegenüber kommen Murphy et al. (2011) zu dem Schluss, dass radiologische Veränderungen und Schmerzintensität assoziiert sind. Ein Rückgang der Beschwerden bei Wegfall der beruflichen Belastung, z.B. durch Arbeitsunfähigkeit, Aufgabe der Tätigkeit oder Erreichen des Rentenalters erscheint logisch, wenn auch nicht beweisend. Zwar besteht auch bei Knorpelschäden eine gewisse Regenerationsfähigkeit, jedoch bestehen keine wissenschaftlichen Arbeiten zu Langzeitbelastung. Bei manifester Arthrose ist sogar mit einer Beschwerdeverschlimmerung zu rechnen.

5.2. Die Rolle der Kernspintomografie in der Begutachtung der Berufskrankheit Gonarthrose

Die Ergebnisse zu belastungsabhängigen degenerativen Veränderungen beruhen auf MRT-basierten Untersuchungen. Eine solche Untersuchung ist in der wissenschaftlichen Begründung und auch in den Begutachtungsempfehlungen als fakultative Untersuchung aufgeführt und nur bei speziellen Fragestellungen indiziert (z.B. bei ausschließlicher Gelenkspaltverschmälerung ohne Vorhandensein von Osteophyten), bereits vorliegende Befunde sind in die Bewertung mit einzubeziehen

(Spahn et al. 2014). Mit dieser Überlegung ist zumindest eine differentialdiagnostische Abklärung eventueller anderer Berufskrankheiten, wie die BK 2102 (Meniskusschäden nach mehrjährigen andauernden oder häufig wiederkehrenden, die Kniegelenke überdurchschnittlich belastenden Tätigkeiten) und BK 2105 (Chronische Erkrankungen der Schleimbeutel durch ständigen Druck) möglich (wobei das MRT nicht eine gewissenhafte klinische Untersuchung ersetzen sollte). Der Interdisziplinäre Wissenschaftliche Arbeitskreis der DGUV fordert in der aktuellen Begutachtungsempfehlung zur Anerkennung mindestens ein Schweregrad III nach der Vallotton-Klassifikation. Neben der Beschreibung von Knorpel, subchondralen Knochen, Menisken und Kapsel-Bandapparat wird auch eine Stellungnahme zum Vorhandensein eventuell vorhandener posttraumatischer/postoperativer Residuen erwartet (Spahn et al. 2014). Sicher ist nicht jedem Gutachter die Möglichkeit einer MRT-Untersuchung gegeben, selbst im Routinebetrieb einer Klinik mit radiologischer Abteilung bedeutete dies einen hohen technischen Aufwand, und würde als obligate Untersuchung zu einer Kostenexplosion führen. Der Vorteil liegt in der präzisen Darstellung von Knorpel, Knochen, Synovia, Bändern und Menisken sowie deren pathologischen Veränderungen in allen Kompartimenten des Kniegelenkes (Raynauld 2003). Damit eröffnen sich Möglichkeiten prognostischer Aussagen bzw. einer Intervention in den Frühstadien, die mit konventioneller Bildgebung nicht möglich sind (Abb. 9a und 9b). Der Gutachter wird in der Regel mit Fragen dazu konfrontiert. Zusätzlich lassen sich durch die dreidimensionale Darstellung projektionsbedingte Artefakte oder gar Fehlinterpretationen durch den Geschulten auf ein Minimum reduzieren. Häufig entsprechen die konventionellen Röntgenaufnahmen nicht dem geforderten Standard (Standardaufnahme nach Rosenberg). So muss auch zur eigenen Untersuchung angemerkt werden, dass die projektionsradiografische Untersuchung, dem Hausstandard entsprechend, im Liegen durchgeführt wurde. Somit ist eine exakte Beurteilung von Gelenkspaltweiten nicht mehr möglich. Die in den eigenen Arbeiten geforderte Anfertigung aktueller MRT-Aufnahmen (Hofmann et al. 2011, Dwornik et al. 2012) erklärt sich durch die Empfehlung zur Durchführung bei „leerem Röntgenbild“ und klinischem Verdacht (Hofmann et al. 2011).



Abb. 10a und 10b: Konventionelle Röntgenaufnahmen des linken Kniegelenkes desselben Patienten, wie in den Abb. 8a und 8b dargestellt. Ledigliche osteophytäre Ausziehungen in der medialen (beginnend auch lateral) Zirkumferenz des Tibiaplateaus deuten auf ein degeneratives Geschehen hin (Dwornik et al. 2012).

5.3. Die Bewertung der Risikofaktoren

Das Kernproblem der Begutachtung der Berufskrankheit Gonarthrose stellt die Bewertung der außerberuflichen/konkurrierenden Faktoren dar. Sie ist eng an die klinische Erfahrung und auch an die Lehrmeinung des Gutachters geknüpft. Dem schließen wir uns selbst nicht aus. Zu den einzelnen Risikofaktoren und ihrer Rolle bei der Genese der Gonarthrose besteht zwar eine Vielzahl von Veröffentlichungen, jedoch beleuchteten zum Untersuchungszeitpunkt nur wenige den Aspekt der berufsbedingten dauerhaften Belastung. Seither hat sich die Situation gerade durch die Initiierung von Untersuchungen und die Arbeit der DGUV geändert. Eine umfangreiche Darstellung und Diskussion der einzelnen außerberuflichen Faktoren bietet insbesondere die Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV 2012). Einen Überblick über die Ergebnisse der Analysen (Zagrodnik et al. 2012) bietet die Tabelle 8 (s.o.). Einen weiteren Überblick geben Schiltenswolf, Grosser und Thomann (2012) in Zusammenarbeit mit der DGOU. Die Arbeiten ersetzen nicht die Einzelfallanalysen. Auch sind die Bewertungen hierin nicht als statisch zu sehen, sie

spiegeln vielmehr den bis zur Veröffentlichung aktuellen Stand der Literatur wider. Gerade um einzelne konkurrierende Faktoren, wie die Rolle des Übergewichtes bestehen weiterhin Diskussionen. Andere Faktoren, wie zum Beispiel die genetische Veranlagung finden ihren Einfluss nehmenden Platz, können jedoch aus ethischer Sicht nicht zur Ablehnung einer Berufskrankheit führen.

Die 2005 durch den wissenschaftlichen Beirat benannten Risikofaktoren, und damit zum Untersuchungszeitpunkt bekannten, sind: Adipositas, Fehlstellung der Beinachsen, Patella alta, Inkongruenzen und Instabilitäten, Osteochondrosis dissecans, entzündliche Arthritiden, stattgehabte Menishektomie, Kreuzbandinsuffizienzen, stattgehabte Traumata (Kniegelenke betreffend), positive Familienanamnese (BMGS 2005). Wir selbst definierten folgende Risikofaktoren: Genetik (positive Familienanamnese, genetische Untersuchung war im Studienprotokoll nicht vorgesehen), sportliche Betätigung, Nikotinabusus, Adipositas (erhöhter BMI), Vorverletzungen, Malalignment (Fehlstellung der Beinachse), Bandinstabilitäten. Damit wurde man den Aussagen der Wissenschaftlichen Beirates weitestgehend gerecht. In der Analyse fand sich lediglich eine schwache Korrelation zwischen der Gesamtheit der außerberuflichen Einflussfaktoren und den Veränderungen in der Projektionsradiografie sowie den MR-morphologischen Veränderungen im rechten Kniegelenk. Keine gegenseitige Beziehung bestand zwischen den Kontrafaktoren und den subjektiven und funktionellen Beschwerden (KOOS), der Schmerzintensität und den Veränderungen im MRT linksseitig. In der Einzelanalyse wurde jedoch eine Einflussnahme des BMI auf den KOOS und auf die Veränderungen in Röntgen und MRT deutlich (schwache Korrelation). Dies ließ uns zu der Annahme kommen, dass das Übergewicht, wie vermutet, auf die außerberufliche Entstehung der Gonarthrose durchaus Einfluss nimmt. Keinen Assoziation ließ sich für die sportliche Betätigung und das Cholesterin erkennen. In einer Dissertation zu MR-morphologischen Veränderungen in Abhängigkeit von der beruflichen und außerberuflichen Belastung wird eine deutliche additiv vermehrte und vorseilende Gelenkdegeneration bei Koinzidenz mehrerer Risikofaktoren geschlussfolgert (Li 2010). Die DGUV gibt dem Gutachter bei der Einordnung der außerberuflichen Faktoren (Tab. 8) eine Art Handlungsanweisung: „Faktoren [...], die weder nach der wissenschaftlichen Erkenntnislage noch nach übereinstimmender Expertenmeinung [...] in Betracht kommen, sind bei der Bewertung des

haftungsbegründenden Ursachenzusammenhangs [...] nicht zu berücksichtigen.“ Ferner wird dabei der Beweis bei Vorliegen außerberuflicher Faktoren gefordert. Das Vorhandensein eines oder mehrerer Faktoren führt nicht automatisch zur Ablehnung des Ursachenzusammenhangs zwischen beruflicher Exposition und Krankheit. „Dies ist vielmehr nur dann der Fall, wenn die außerberuflichen Faktoren [...] derart im Vordergrund stehen dass sie im Einzelfall im Vergleich zu den beruflichen Faktoren als allein wesentlich anzusehen sind.“ (Zagrodnik et al. 2012). Zum Zeitpunkt der Untersuchungen wäre eine solche Handlungsanweisung zur Aussprache der Empfehlungen wünschenswert vorteilhaft gewesen.

5.4. Übergewicht und Metabolisches Syndrom

Wie oben beschrieben, bestehen Diskussionen gerade um die Rolle des Übergewichtes und dessen Einfluss auf die Genese der Gonarthrose. In der Begutachtungsempfehlung zur Berufskrankheit Gonarthrose wird das Übergewicht als gesicherter Risikofaktor gesehen (Zagrodnik et al. 2012, Spahn et al. 2014). Der Schluss wird aus der Literatursauswertung gezogen, die Liebers et al. (2012) im Rahmen der Untersuchungen und Beratungen der Interdisziplinären Wissenschaftlichen Arbeitsgruppe durchführten. Die Aussage deckt sich mit unserer Feststellung, dass das Vorliegen von Übergewicht mit Veränderungen in der Funktionalität sowie mit bildmorphologisch fassbaren Veränderungen einhergeht. Aus dem Merkblatt zur Berufskrankheit 2112 aus dem Jahr 2005 (BMGS 2005) ergeht der Hinweis, dass das Übergewicht zu den außerberuflichen Faktoren zu zählen ist, wobei man sich auf eine Studie von Stürmer et al. (2000) beruft. Eine Anleitung zur Verfahrensweise bei Vorliegen ergeht jedoch nicht. Auch nach jetzigem Stand sind eine Einzelfallprüfung vorzunehmen und gegebenenfalls weitere konkurrierende Faktoren sowie der zeitliche Verlauf in Betrachtung zu ziehen. Nicht selten treffen die Versicherten im Rahmen der Befragung die Aussage, dass das Übergewicht durch die eingeschränkte Mobilität aufgrund der Schmerzen im Kniegelenk erst entstanden sei. Eine Dokumentation des Körpergewichts ist in den durch die Verwaltung vorgelegten Unterlagen selten zu finden. Auch die Deutsche Adipositas Gesellschaft sieht insbesondere die Gonarthrose in ihrer Leitlinie zur Adipositas als eine der Komorbiditäten bzw. Komplikationen (DAG 2013).

Betrachtet man die Adipositas im Rahmen des metabolischen Syndroms, welches als Anhäufung mehrerer Risikofaktoren für kardiovaskuläre Erkrankungen zu verstehen ist (Kahn et al. 2005), so sind in den verwendeten Definitionen (ATP-III-Definition, WHO-Definition) neben der Adipositas die Hypercholesterinämie, die arterielle Hypertonie, die Hypertriglyceridämie und die Hyperglykämie aufgeführt. Nach derzeitiger Begutachtungsempfehlung sind die vier letztgenannten nicht als konkurrierende Faktoren zu werten (siehe Tabelle 8). Auch in unserer Untersuchung lässt sich kein Zusammenhang zwischen Hypercholesterinämie und vermehrter Degeneration herstellen. Zu gleichem Schluss kommen nach Durchführung einer Literaturanalyse auch Bolm-Audorff et al. (2012). Aber gerade wenn man die metabolische Theorie der Entstehung der Gonarthrose betrachtet und die mikrozirkulatorischen, inflammatorischen und genetischen Pathomechanismen in die Überlegungen einbezieht und daraus Schlüsse auf die damit verbundenen Mikrozirkulationsstörungen und Knorpelernährungsstörungen zieht (Frank 2007, Spahn et al. 2007), so stellt sich die Frage, ob die Adipositas nicht in die Gesamtbetrachtungsweise des metabolischen Syndroms einbezogen werden und den weiteren definierten Risikofaktoren mehr Gewichtung zuerkannt werden sollte. Die Ergebnisse der NHANES-III-Studie (National Health and Nutrition Examination Survey) lassen den Schluss zu, dass sich Arthrose und kardiovaskuläre Erkrankungen Risikofaktoren teilen (Puenpatom und Victor 2009). Auch beschreiben Katz et al. (2010) Pathomechanismen, die sich beim Metabolischen Syndrom und der Arthrose gleichen. Nach Ansicht der Deutschen Gesellschaft für Allgemeinmedizin und Familienmedizin bringt die Definition des Metabolischen Syndroms jedoch keinen Zusatznutzen, da sich aus der Kombination einzelner Risikofaktoren keine zusätzliche Vorhersage von Risiken ableiten lässt (DAG 2013).

In den laborchemischen Untersuchungen fiel in 6 Fällen eine Erhöhung des HbA1c auf (siehe Tabelle 16). Dabei handelte es sich teilweise um Zufallsbefunde. Eine Untersuchung zum Zusammenhang zwischen einer Erhöhung des HbA1c und radiologischen Veränderungen wurde durch uns nicht durchgeführt. Zwar schließen Bolm-Audorff et al. (2012) diesen aus, demgegenüber steht die Schlussfolgerung von Kim et al. (2010), die den Anstieg reaktiver Sauerstoffspezies infolge der Downregulation der Glukosetransporter (GLUT-1) im Chondrozyten und dem damit

verbundenen katabolen Stoffwechsel für das Fortschreiten der Erkrankung zumindest mitverantwortlich sehen.

5.5 Nikotinabusus

Relativ wenig Beachtung findet der Nikotinabusus in der sich mit der BK 2112 befassenden Literatur. Ein Zusammenhang zwischen Rauchen und einem erhöhten Gonarthroserisiko sieht Seidler (2112) nicht. Er verweist sowohl auf eigene Untersuchungen und auch auf uneinheitliche Forschungsergebnisse (Seidler 2112). Auch Cooper et al. (1994) treffen diese Aussage. Hofmann et al. (2011) und Dwornik et al. (2012) sehen im Nikotinabusus einen konkurrierenden Faktor. Amin et al. (2007) postulieren einen größeren Verlust von Knorpelsubstanz und stärkere Knieschmerzen bei männlichen Rauchern gegenüber der Kontrollgruppe, Ding et al. (2007) eine positive Beziehung zwischen Nikotinkonsum bei gleichzeitig positiver Familienanamnese für Gonarthrose. Möglich erscheint auch ein pathogenetischer Ansatz, welche die mit dem Rauchen verbundenen Zirkulationsstörungen ursächlich sieht. Eine Einzelanalyse zwischen Nikotinabusus und fassbaren degenerativen Veränderungen ist in unserer Arbeit jedoch nicht erfolgt.

5.6. Vorverletzungen, Bandinstabilitäten

Unter dem Aspekt, dass das mediane Alter im Kollektiv unserer Untersuchung 58 Jahre betrug erschienen Vorverletzungen wahrscheinlich. Dabei ist in Major- und Minorverletzungen zu unterscheiden. So zählten wir beispielweise Kreuzbandrupturen mit gleichzeitiger Meniskusverletzung zu den Majorverletzungen (Hofmann et al. 2011). Die isolierte Kreuzbandverletzung muss nicht zwingend zu einer vorzeitigen Degeneration im Kniegelenk führen. Zugrunde für diese Aussage wird die Metaanalyse von Oiestad et al. (2009) gelegt. Meniskusverletzungen, unabhängig davon, ob eine operative Therapie erfolgt ist oder nicht, sahen wir als präarthrotische Deformität an. Dies steht nicht zwingend im Widerspruch zur wissenschaftlichen Begründung zur BK 2112 aus dem Jahr 2005 (BMGS 2005), die uns zum Zeitpunkt der Erhebung vorlag. Hier wird lediglich die Meniskektomie als konkurrierender Faktor aufgeführt. Ein weiteres Eingehen auf Meniskusverletzungen erfolgt dabei nicht. In der Arbeit von Hofmann et al. (2011) werden veränderte

Kraftübertragung und reduzierte Stossabsorptionsfähigkeit sowie die abnehmende Gelenkstabilität als Begründung für die unsererseits erfolgte negative Wertung der Meniskusverletzung benannt. Damit stehen wir in Übereinstimmung mit Schiltenswolf et al. (2012), welche die Meniskusresektion als signifikanten Gonarthrosefaktor sahen. Zudem sei auf die, zumindest schwache, Korrelation zwischen Kontrafaktoren, in welche unter anderem die Vorverletzungen eingeordnet wurden, und pathomorphologischen Veränderungen im Röntgen, teilweise auch im MRT, verwiesen.

Ebenso in die Gruppe der Kontrafaktoren wurden Seitenband- und Kreuzbandinstabilitäten eingeordnet. Die Korrelation des Summenscores ist in vorhergehenden Absatz bereits erwähnt. Besonderes Gewicht hatten dabei Kreuzbandinstabilitäten. Isolierte Verletzungen sowohl des vorderen als auch des hinteren Kreuzbandes gelten nicht zwingend als Einflussfaktor und sollten nach Expertenmeinung im Einzelfall diskutiert werden. Vielmehr besteht ein gesicherter Einfluss auf die Entstehung bei begleitender Verletzung der Menisken. Die Art der Therapie (operativ vs. konservativ) bleibt dabei untergeordnet (Spahn et al. 2012, Schiltenswolf et al. 2012).

Fraglich bleibt der Umgang mit den sogenannten Bagatellverletzungen (Minorverletzungen), wie Kontusionen und Distorsionen. Diese sind durchaus in der Lage, Knorpelverletzungen zu verursachen (Hempfling und Weise 2007). Gestützt wird diese Aussage durch die Arbeit von Lotz (2010), der Knieverletzungen im Zusammenhang mit intraartikulären Blutungen, die inflammatorische Prozesse in Gang setzen vermögen sieht, eine Chronifizierung ist möglich. Sicher führt nicht jedes Bagatelltrauma zu einer posttraumatischen Gonarthrose. Jedoch sind, gerade im berufsgenossenschaftlichen Heilverfahren, eine weiterführende Diagnostik sowie eine sorgfältige Dokumentation zwingend erforderlich, um die Notwendigkeit der vollständigen Beweisführung zu erbringen.

5.7. Achsfehlstellungen

In der Literaturschau und nach Expertendiskussion gehen Achsfehlstellungen nicht mit einem erhöhten Risiko für die Entstehung einer Gonarthrose einher und

sind somit nicht als außerberuflicher Risikofaktor zu bewerten (Zagrodnik et al. 2012). Unsererseits erfolgte zwar die Einordnung von Fehlstellungen in die Gruppe der Kontrafaktoren, die im Summenscore auch eine schwache Korrelation mit den Veränderungen im Röntgen und MRT (rechtsseitig) herstellen ließen, eine Einzelanalyse wurde jedoch nicht durchgeführt. Führend kann sicher die Arbeit von Tanamas et al. (2009) bezeichnet werden, welche in einer systematischen Metaanalyse den Zusammenhang zwischen Malalignment und erhöhtem Gonarthrosrisiko untersuchte. Nur 14 der 518 Studien erfüllten die Kriterien der Forschungsgruppe. Nur eine Studie (Brouwer et al. 2007) postulierte ein erhöhtes Risiko für Entstehung und Fortschreiten einer Varusgonarthrose bei Varusfehlstellung. Dennoch werden in der Literatur die Auswirkungen von Fehlstellungen kontrovers diskutiert. Beispielsweise postulieren Hayashi et al. (2012) nach Durchführung einer Multicenterstudie an 1782 Patienten ein erhöhtes Risiko für Inzidenz und Fortschreiten von Knorpelschäden in der Hauptbelastungszone bei Vorliegen varischer oder valgischer Fehlstellungen.

6.8. Sportliche Betätigung

Ebenso kontrovers diskutiert ist der Einfluss sportlicher Betätigung auf die Entstehung oder das Fortschreiten einer Gonarthrose. In unserer Untersuchung ließ sich kein Zusammenhang zwischen sportlicher Betätigung und einer erhöhten bildmorphologischen Gonarthrose herstellen. Auch besteht nach Auswertung unseres Patientenguts kein Zusammenhang zwischen Sport und subjektiven und funktionellen Beschwerden (KOOS) oder Beschwerdeintensität. Eine Risikoerhöhung, zumindest bei Leistungssportlern, wird beispielsweise durch Vignon et al. (2006) beschrieben. Auf der anderen Seite werden aber auch die durch den Sport möglichen Gelenktraumata als größerer Risikofaktor für die Entstehung einer Gonarthrose benannt. Mayer et al. (2003) kommen zu einer ähnlichen Aussage: es besteht ein gering erhöhtes Risiko in Sportarten mit hohem Anteil an Rotations- und Scherkraftbeanspruchungen, allerdings wird auch hier den Verletzungen ein höheres Risiko zugesprochen. Es existieren eine Reihe weiterer Arbeiten mit unterschiedlichen Aussagen. Van Dijk et al. (2006) finden keine positive oder negative Beziehung zwischen körperlichen Aktivität und dem Verlauf einer Arthrose. Den meisten Arbeiten ist gemein, dass sie, wenn sie ein erhöhtes Risiko herstellen,

dies vor allem im Leistungssportbereich tun. Die Aussagen zur moderaten sportlichen Belastung, wie im Freizeitsportbereich lassen kein erhöhtes Auftreten oder Fortschreiten von Gonarthrosen erkennen.

5.9. Genetische Disposition

Eine genetische Untersuchung war im Rahmen der Untersuchungen nicht vorgesehen. Es wurde lediglich im Rahmen der Anamneseerhebung (Familienanamnese) auf eine genetische Prädisposition geschlossen. Dies floss als konkurrierender Faktor in die Gesamtgruppe ein. Auf die bestehende schwache Korrelation der Gesamtgruppe der konkurrierenden Faktoren mit Veränderungen in der Bildgebung wurde bereits mehrfach verwiesen. Der Einfluss der genetischen Ausstattung auf die Entstehung degenerativer Erkrankungen scheint gesichert (Loughlin 2005a,b, Meulenbelt et al. 2008, 2010, 2011). So werden beispielsweise in der „Genetics, Osteoarthritis and Progression“ (GARP) – Studie durch Meulenbelt (2010) genetische Determinanten auf die Entstehung von Entzündungsmediatoren, welche wiederum an der Entstehung einer Gonarthrose beteiligt sind, vermutet. Doch auch bei eindeutig gesicherten Einfluss der genetischen Faktoren, dem gegenüber stehen ethische und juristische Aspekte, wodurch der praktische Nutzen der Erkenntnisse molekulargenetischen Forschung in der sozialmedizinischen Begutachtung nur wenig Bedeutung findet.

5.10. Expositionsdauer

Kein Zusammenhang ließ sich zwischen der Expositionsdauer, also der kumulativen Stundenzahl kniebelastender Tätigkeit und den Veränderungen in der Bildgebung (sowohl Röntgen als auch MRT), den funktionellen Beschwerden (KOOS) und/oder der Beschwerdeintensität herstellen. Hofmann et al. (2011) bezeichneten die Dosisfestlegung von 13000 Stunden als „... mehr juristisch, als medizinisch...“ und verneinten die Verursachung des Krankheitsbildes im Sinne der Kausalität durch das alleinige Vorliegen dieser „Einstiegsebene“. Seidler (2012) erklärt die Dosisfestlegung anhand der epidemiologischen Begriffe der Verursachungswahrscheinlichkeit und des Verdopplungsrisikos: Beim beruflich Unbelasteten wird dabei von einem Grundrisiko (relatives Risiko) von 1,0 und einem

beruflichen Zusatzrisiko von 1,0 ausgegangen. Kommt zu diesem Grundrisiko ein berufliches Zusatzrisiko, welches halb so groß wie das Grundrisiko ist, dann beträgt das relative Erkrankungsrisiko 1,5. Ist das berufliche Zusatzrisiko genauso groß wie das außerberufliche Grundrisiko so steigt das relative Risiko auf 2,0 (Verdopplungsrisiko). Bei fehlendem beruflichen und außerberuflichen Risiko liegt die Erkrankungswahrscheinlichkeit somit unter 50 %. Bei weiterem Anstieg beruflicher Risikofaktoren steigt die Erkrankungswahrscheinlichkeit auf über 50 %, das heißt, der Zusammenhang wird wahrscheinlicher als unwahrscheinlich. Die Verdopplungsdosis im Sinne der BK 2112 bezieht sich laut Seidler in erster Linie auf die Studie von Sandmark et al. (2000). Aber auch in einer eigenen Untersuchung konnten Seidler et al. (2008) am logistischen Regressionsmodell eine Verdopplungsdosis von etwa 13000 Stunden nachweisen, adjustiert auf Tätigkeiten im Knien, Hocken und Fersensitz. Ähnliche Beobachtungen konnten auch gemacht werden, wenn ausschließlich Probanden mit einer Mindesteinwirkungsdauer von einer Stunde pro Schicht untersucht wurden. Im weiteren wird auf die Untersuchungen von Klusmann et al. (2010) verwiesen, die zu etwa gleichen Ergebnissen kamen.

Es bleibt die Frage, ob mit zunehmender Einwirkungsdauer, auch über die geforderten 13000 Stunden hinaus, das Risiko weiter ansteigt? In unserer Arbeit konnte dies bei fehlender Korrelation zur Bildgebung nicht bewiesen werden. Betrachtet man die Untersuchungen der Arbeitsgruppe um Coggon zur Gonarthrose und beruflichen Belastung (Coggon et al. 2000), so lassen sich die o.g. Vermutungen zur „täglichen Dosis“ von mindestens einer Stunde kniebelastender Tätigkeit bestätigen. Bei der Untersuchung der Gesamtkumulativedosis findet sich in der Gruppe der Männer das höchste relative Risiko für eine Gonarthrose von 3,0 bei einer Gesamtbelastung zwischen einem und 9,9 Jahren. Bei einer Belastungsdauer zwischen 10 und 19,9 Jahren lag das relative Risiko nur noch bei 1,3, bei mehr als 20 Jahren Kniebelastung immerhin bei 1,7. Bei den Frauen bestand allerdings das höchste relative Risiko mit 3,2 bei einer Kniebelastung bei mehr als 20 Jahren, zwischen 10 und 19,9 Jahren wurde es allerdings mit „nur noch“ 0,8 angegeben. Es wäre durchaus möglich, dass das wieder ansteigende relative Risiko bei der mehr als 20 jährigen Kniebelastung, unabhängig vom ohnehin höheren Risiko für Frauen an

einer Gonarthrose zu erkranken, durch das ebenfalls ansteigende Alter als weiteren Risikofaktor erklärbar wäre.

5.11. „Sonderfall“: Einseitiger Befall

Vergleicht man die wissenschaftlichen Begründungen 2005 und 2009 und die gegenwärtige Literatur, so haben sich die Aussagen zum einseitigen Befall im Verlauf verschärft. So ist der Wortlaut 2005: „Bei beidseitigem Knien und vergleichbarer Kniebelastung tritt die Gonarthrose in der Regel beidseitig auf. Sofern die Kniegelenksbelastung jedoch überwiegend einseitig erfolgt, wird auch eine einseitige Gonarthrose in dem belasteten Kniegelenk beobachtet.“ (BMGS 2005) 2009 ist Vorgenanntes ähnlich beschrieben: „Sofern die Kniegelenksbelastung jedoch überwiegend einseitig erfolgt, wird auch eine einseitige Gonarthrose in dem belasteten Gelenk beobachtet. Eine einseitige Gonarthrose spricht nicht gegen eine Berufskrankheitsanzeige.“ (BMAS 2009) Die neuere Literatur geht davon aus, dass in der Regel beide Kniegelenke in vergleichbarem Ausmaß belastet sind. Entsprechend sei bei einer belastungskonformen Schädigung zu erwarten, dass beide Kniegelenke betroffen sind. Seitenunterschiede von mehr als einem Grad nach Kellgren sprechen gegen eine berufliche Belastung. Es sei denn, es erfolgt eine plausible Darlegung, dass nur ein – das betroffene – Kniegelenk beruflich belastet war (Grosser 2012). Die aktuellen Begutachtungsempfehlungen sprechen von der „regelhaft geforderten Beidseitigkeit“ (Spahn et al. 2014), wobei die Forderung nach einer plausiblen Erklärung bei Seitendifferenz bestehen bleibt.

5.12. Methodenkritische Anmerkungen

Im Rahmen unserer Erhebung existierte keine Kontrollgruppe, so dass nur ein interner Vergleich zwischen den Probanden möglich war. Die Zahl der untersuchten Personen war relativ gering, durch eine gewisse „freiwillige Mitarbeit“ des Patientenguts, eben auch mit der Option der Verweigerung, Nichtdurchführbarkeit oder auch „Gedächtnislücken“, verringerte sich die Zahl der Daten nochmals. Die Eingangskriterien zur Untersuchung wurden nicht durch die Untersucher selbst, sondern durch die arbeitstechnischen Voraussetzungen bzw. allein durch die Zuweisung der Patienten definiert.

Die konventionellen Röntgenaufnahmen erfolgten im Liegen und entsprachen damit dem hauseigenen Standard. Somit war die Beurteilung der Gelenkspaltweite nur eingeschränkt möglich. Dem ist jedoch hinzuzufügen, dass zum Zeitpunkt der Erhebung keine Definition der „normalen“ Gelenkspaltweite verzeichnet war. In den aktuellen Empfehlungen liegt eine Verschmälerung der femorotibialen Gelenkspalten lateral bei ≤ 5 mm und medial bei ≤ 4 mm (altersunabhängig, Männer und Frauen) vor (Spahn et al. 2014). Zur Erfüllung des Grad II der Kellgren-Klassifikation ist jedoch mindestens der Nachweis von definitiven Osteophyten notwendig, unabhängig davon, ob eine Verschmälerung vorliegt oder nicht. Der definitive Osteophyt ist als knöcherne Ausziehung mit Lokalisation am Gelenkrand ab einer Größe von ≥ 2 mm durch die Konsensgruppe definiert (Spahn et al. 2014). Die Größe der Osteophyten wurde durch uns nicht vermessen. Ebenso wurde auch das MRT zur Detektion von Ausziehungen herangezogen. Dennoch fanden osteophytäre Anbauten in der Graduierung nach Kellgren und Lawrence, welche sich ausschließlich auf die konventionelle Bildgebung bezog, Berücksichtigung. Die Lokalisation von Schädigungen im MRT erfolgte in Anlehnung an den WORMS. Das heißt, zur erleichterten Auswertung es fand unsererseits eine Modifikation der Einteilung durch Peterfy et al. (2004) statt. Zur Entscheidungsfindung wurde von einem möglichen – belastungsspezifischen – lokoregionären Verteilungsmuster ausgegangen, welches in den dorsalen Abschnitten der femorotibialen Kompartimente und im retropatellaren Kompartiment vermutet wurde. Ein solches Verteilungsmuster ist bis heute nicht bewiesen.

Die numerische Wichtung einzelner Risikofaktoren erfolgte nach der eigenen klinischen Erfahrung und wurde nach Patientengut adjustiert. So wurde beispielsweise eine Hypercholesterinämie als Kontrafaktor ab einem Gesamtcholesterin von ≥ 220 mg/dl festgelegt. In der gängigen Definition liegt eine Hypercholesterinämie bereits ab einem Wert von ≥ 200 mg/dl vor. Zudem erfolgte die Bestimmung nicht als Nüchternwert. Eine Aufsplittung in HDL und LDL wurde nicht vorgenommen.

Fraglich erscheint, ob ein Wegfall der berufsbedingten Zwangshaltung als Positiv-Kriterium Geltung finden kann. Ebenso hätte eine Partialläsion des Meniskus bzw.

die partielle operative Entfernung zum heutigen Tage wenig Bestand als Ausschlusskriterium zur Anerkennung, bedürfe zumindest einer kritischen Wertung. Jedoch verweist Spahn (2003) in seiner Arbeit zu arthroskopischen Revisionen nach fehlgeschlagenen Meniskuseingriffen auf eine nicht unerhebliche Zahl von Patienten hin, welche nach Eingriffen am Meniskus weiterhin Beschwerden beklagen. Die Beschwerden chronifizieren zu einem hohen Prozentsatz dauerhaft. Des Weiteren werden bildmorphologisch fassbare, degenerative Veränderungen auch nach teilweiser Entfernung konstatiert.

Nicht alle Untersuchungen zur Datenerhebung wurden durch eine Person durchgeführt. Vielmehr wurde dies im Rahmen der klinischen Routine durchgeführt. Damit mag zwar eine der Zielstellungen, die Überprüfung der Durchführbarkeit im klinischen Alltag, erfüllt sein, jedoch kann dies zu einer Unvollständigkeit der Daten, auch bei standardisierter Anamnese und Untersuchung führen. Dies bekräftigt abermals die Wichtigkeit einer Handlungsanweisung in Form einer Begutachtungsempfehlung, der die DGUV mittlerweile Rechnung getragen hat. Zum Teil mangelte es auch an Vollständigkeit der Datenübermittlung seitens der Zuweiser/Verwaltung. Dies ist nicht als Kritik an den Berufsgenossenschaften zu verstehen, auch die Verwaltungen waren mit einer neuen Berufskrankheit, die zum Untersuchungszeitpunkt noch nicht einmal in das Berufskrankheitenverzeichnis aufgenommen war, wenn auch nicht mit einer ganz neuen Situation konfrontiert. Dennoch kam dadurch zumindest eine Empfehlung zur Anerkennung zustande obwohl die geforderte Kumulativdosis von 13000 Stunden nicht annähernd erfüllt war (im konkreten Fall 4045 Stunden).

Eine routinemäßige serologische/hämatologische Untersuchung scheint aus jetziger Sicht und in Kenntnis der Einordnung der Risikofaktoren nicht notwendig. Dennoch bot sie zum Untersuchungszeitpunkt die Möglichkeit der differentialdiagnostischen Abklärung von Hyperurikämie/Gicht, Infektionen, metabolischen Syndromen u.a. Als ergänzendes diagnostisches Mittel bei klinischen Verdacht sollte die Bestimmung der Laborparameter weiterhin bestand haben, unabhängig von einer Wertung des Kausalzusammenhanges. Empfehlungen zur Arthroskopie sollten nur bei Indikation zur Intervention ausgesprochen werden. Eine Duldungspflicht des Versicherten besteht nicht.

6 Schlussfolgerungen

Die multifaktorielle Genese der Gonarthrose bereitet in der kausalen Bewertung als Berufskrankheit mitunter erhebliche Schwierigkeiten. Zwar existiert eine Vielzahl an Literatur, jedoch kommen die Autoren dieser Veröffentlichungen zu unterschiedlichen, teils gegensätzlichen Ergebnissen. Somit wird die Bewertung mitunter von klinischen Erfahrungen und Auffassungen des einzelnen Gutachters abhängen.

Typische belastungsabhängige lokoregionäre Schädigungsmuster sind aus dem Verständnis und den Erkenntnissen der Biomechanik herleitbar, jedoch konnte bislang kein sicherer Beweis erbracht werden.

Die in der Wissenschaftlichen Begründung aufgeführten diagnostischen Kriterien erscheinen zur Feststellung einer manifesten Gonarthrose ausreichend, bieten jedoch unzureichende Aussagekraft im Frühstadium bzw. zur Prognose. Die Veranlassung zusätzlicher diagnostischer Maßnahmen sollte dem Untersuchenden obliegen, die Aussagekraft sollte dabei selbstverständlich berücksichtigt werden.

Die aktuelle Fassung der Begutachtungsempfehlungen zur BK 2112 mit dem Stand vom 03.06.2014 ist erschienen (Spahn et al. 2014). Eine Re-Evaluation ist nach einem noch nicht festgelegten Zeitraum angedacht. Hier sollten typische Befundkonstellationen, aber auch Probleme, die bei der Bewertung der konkurrierenden Faktoren, wie sie im Rahmen der Begutachtungen auftreten, diskutiert werden, denn der „ideale Patient“, auf den die Begutachtungsempfehlungen eins zu eins übertragbar sind, existiert nicht. Aufgrund dessen wird eine Überarbeitung der Empfehlungen dann sicher notwendig sein.

Die eigenen Arbeiten und die darin aufgeführten Entscheidungsfindungen haben insofern „historischen Charakter“, als dass sie „mit nahezu leeren Händen“ getroffen werden mussten. Eine Handlungsanweisung bzw. Begutachtungsempfehlung wäre zum Zeitpunkt der Untersuchungen wünschenswert gewesen. Aus der jetzigen Sicht müsste der Bestand erneut geprüft werden und würde nicht zwingend zur gleichen Bewertung führen.

Somit müssen folgende Schlüsse gezogen werden:

- Ein belastungskonformes Schädigungsbild mit typischer Lokalisation kann nicht bewiesen werden.
- Ein oder mehrere vorhandene konkurrierende Faktoren führen nicht zwingend zur Ablehnung einer Berufserkrankung. Die einzelne Prüfung und Gewichtung obliegen dem Gutachter, wobei die Vorgaben der DGUV erfüllt werden sollen. Weitere Untersuchungen werden zeigen, ob der aktuelle Konsensus dem Beurteilenden ein ausreichendes Werkzeug ist.
- Die empfohlenen diagnostischen Maßnahmen sind ausreichend, jedoch schränken sie die Aussagen zur Differentialdiagnose und Prognose ein. Vorhandene Befunde sind in die Beurteilung einzubeziehen.

7 Literaturverzeichnis

Amin S, Niu J, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, Clancy M, LaValley MP, Genant HK, Felson DT. 2007. Cigarette smoking and the risk for cartilage loss and knee pain in men with knee osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 66 (1): 18-22.

Amin S, Goggins J, Niu JB, Guermazi A, Grigoryan M, Hunter DJ, Genant HK, Felson DT. 2008. Occupational-related squatting, kneeling and heavy lifting and the knee joint: a magnetic resonance imaging-based study in men. *J Rheumatol* 35 (8): 1645-1649.

Amir T. 2007. Arthrose evaluieren. Assesment: WOMAC. *Physiopraxis* 5 (6): 36-37.

Arendt-Nielsen L, Nie H, Laursen MB, Laursen BS, Madeleine P, Simonsen OH, Graven-Nielsen T. 2010. Sensitization in patients with painful knee osteoarthritis. *PAIN* 149 (3): 573-581.

Arnold G, Beier HM, Herrmann M, Kaufmann P, Kretschmann HJ, Kühnel W, Schiebler TH, Schmidt W (Hrsg.), Steiniger B, Winckler J, van der Zypen E, Zilles K. 2002. Anatomie. 8. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Arokoski JP, Jurvelin JS, Väättäinen U, Helminen HJ. 2000. Normal and pathological adaptations of articular cartilage to joint loading. *Scand J Med Sci Sports*;10 (4): 186-198.

Atkins JB. 1957. Internal derangement of the knee joint in miners. *Brit J Industr Med* 14 (2): 121-126.

Baysal O, Baysal T, Alkan A, Altay Z, Yologlu S. 2004. Comparison of MRI graded cartilage and MRI based volume measurement in knee osteoarthritis. *Swiss Med Wkly* 134 (19-20): 283-288.

Beguín JA, Heron JF, Sabatier JP, Locker B, Souquieres G. 1982. Arthroscopy of the knee. Diagnostic value. 1005 cases. *Nouv Presse Med* 11 (49): 3619 – 3621.

Bellamy N. 2002. WOMAC: A 20-Year Experiential Review of a Patient – Centered Self-Reported Health Status Questionnaire. J Rheumatol 29 (12): 2473 – 2476.

Bolm-Audorff U, Eberth F, Gantz S, Griffka J, Liebers F, Schiltenswolf M, Spahn G, Vaitl T. 2012. Zusammenhang zwischen Metabolischen Erkrankungen, Hypertonie und Gonarthrose. Trauma Berufskrankh 14 (Suppl 4): 399–401.

Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, Polst HA, Bierma-Zeinstra SM. 2007. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. Arthritis Rheum 56 (4): 1204-1211.

Brown TR, Quinn SF. 1993. Evaluation of chondromalacia of the patello-femoral compartment with axial magnetic resonance imaging. Skeletal Radiol 22 (5): 325-328.

Bundesministerium für Gesundheit und Soziale Sicherung (BMGS). 2005. Wissenschaftliche Begründung zur Berufskrankheit Nummer 2112. Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbarer Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht. Bek. des BMGS vom 1. Oktober 2005 – 414-45222-2112/1. BArbBI 10/2005: 46-54.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS). 2009. BMGS: Bek. Des BMAS vom 30.12. 2009 – IVa 4-45222-2112. Merkblatt zur Berufskrankheit Nummer 2112. Gonarthrose durch eine Tätigkeit im Knien oder vergleichbare Kniebelastung mit einer kumulativen Einwirkungsdauer während des Arbeitslebens von mindestens 13.000 Stunden und einer Mindesteinwirkungsdauer von insgesamt einer Stunde pro Schicht. GMBI 5/6/2010: 98 – 110.

Brittberg M, Peterson L. 1998. Introduction to an articular cartilage classification. ICRS Newl 1: 5 – 8.

Brittberg M, Clinical Münchenwiler Evaluation Group. 2000. ICRS Cartilage Injury Evaluation Package. Münchenwiler Schloss, Switzerland.

Brittberg M, Winalski CS. 2003. Evaluation of cartilage injuries and repair. *J Bone Joint Surg Am* 85 (Suppl 2): 58 – 69.

Brown TR, Quinn SF. 1993. Evaluation of chondromalacia of the patellofemoral compartment with axial magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol* 22 (5): 325-328.

Collins NJ, Misra D, Felson DT, Crossley KM, Roos EM. 2011. Measures of knee function: International Knee Documentation Committee (IKDC) Subjective Knee Evaluation Form, Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS), Knee Injury and Osteoarthritis Outcome Score Physical Function Short Form (KOOS-PS), Knee Outcome Survey Activities of Daily Living Scale (KOS-ADL), Lysholm Knee Scoring Scale, Oxford Knee Score (OKS), Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), Activity Rating Scale (ARS), and Tegner Activity Score (TAS). *Arthritis Care Res* 63 Suppl 11: 208-228.

Cooper C, Cushnaghan J, Kirwan JR, Dieppe PA, Rogers J, McAlindon T, McCrae F. 1992. Radiographic assessment of the knee joint in osteoarthritis. *Ann Rheum Dis* 51 (1): 80-82.

Cooper C, McAlindon T, Coggon D, Egger P, Dieppe P. 1994. Occupational activity and osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis* 53 (2): 90-93.

Cooper C, McAlindon T, Snow S. 1994. Mechanical and constitutional risk factors for symptomatic knee osteoarthritis: Differences between tibiofemoral and patellofemoral disease; *J Rheumatol* 21 (2): 307 – 313.

Coggon D, Croft P, Kellingray S, Barrett D, McLaren M, Cooper C. 2000. Occupational physical activities and osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 43 (7): 1443-1449.

Deutsche Adipositas-Gesellschaft (DAG) e.V., Deutsche Diabetes Gesellschaft (DDG) e.V., Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) e.V., Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin (DGEM) e.V. (Hrsg.). 2013. Interdisziplinäre Leitlinie der Qualität S3 zur Prävention und Therapie der Adipositas. 2. Auflage (2011-2013). ÄZQ.

Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie (DGRh) e.V. (Hrsg.). 2007. Qualitätssicherung in der Rheumatologie. 2. Auflage. Steinkopff Verlag 2007.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.). DGUV-Statistiken für die Praxis 2013. Online Abruf 15.05.2015.

(<http://www.dguv.de/medien/inhalt/zahlen/documents/schueler/dguvstatistiken2013d.pdf>).

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (Hrsg.). 2012. Berufskrankheit Nr. 2112 – außerberufliche Faktoren. Eine Standortbestimmung auf Basis der aktuellen Literatur. Trauma Berufskrankh 14 [Suppl 4]: 399–451.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung. 2014. Begutachtungsempfehlungen für die Berufskrankheit Nummer 2112 (Gonarthrose). Stand: 03.06.2014.

Ding C, Cicuttini F, Blizzard L, Jones G. 2007. Smoking interacts with family history with regard to change in knee cartilage volume and cartilage defect development. Arthritis Rheum 56 (5): 1521-1528.

Dwornik G, Zewdie S, Bergert H, Walther M, Braunschweig R, Hofmann GO. 2112. Die BK 2112 aus gutachterlicher Sicht - Eine Darstellung zur Anerkennung empfohlener Fälle. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 47 (10): 536-549.

Eckstein F, Lemberger B, Gratzke C, Hudelmaier M, Glaser C, Englmeier KH, Reiser M. 2005. In vivo cartilage deformation after different types of activity and its dependence on physical training status. Ann Rheum Dis 64 (2): 291-295.

Felson DT. 1990. The epidemiology of knee osteoarthritis: results from the Framingham Osteoarthritis Study. *Semin Arthritis Rheum* 20 (3 Suppl 1): 42-50.

Felson DT, Lawrence RC, Dieppe PA, Hirsch R, Helmick CG, Jordan JM, Kington RS, Lane NE, Nevitt MC, Zhang Y, Sowers M, McAlindon T, Spector TD, Poole AR, Yanovski SZ, Ateshian G, Sharma L, Buckwalter JA, Brandt KD, Fries JF. 2000. Osteoarthritis: new insights, part 1: the disease and its risk factors. *Ann Intern Med*. 133 (8): 635-646.

Ficat RP, Hungerford DS. 1977. Disorders of the patellofemoral joint. Baltimore: Williams & Wilkins.

Frank K. 2007. Degenerative Erkrankungen des Bewegungsapparates – Biomechanische Theorie, soziale Schicht und metabolisches Syndrom. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 42: 262-274.

Freeman MAR, Pinskerova V. 2003. The movement of the knee studied by magnetic resonance imaging. *Clin Orthop Relat Res* 410: 35-43.

Fransen M, Bridgett L, March L, Hoy D, Penserga E, Brooks P. 2011. The epidemiology of osteoarthritis in Asia. *Int J Rheum Dis* 14 (2): 113-121.

Grosser V. 2012. Ergebnisse der Konsensusarbeitsgruppe zur Begutachtung der Gonarthrose. In: Schiltenswolf M, Grosser V, Thomann KD (Hrsg.). *Berufskrankheit Gonarthrose (BK 2112)*. [Reihe: Grundlagen der medizinischen Begutachtung.] Frankfurt: Referenz-Verlag.

Hackenbroch MH. 2002. Arthrosen, Basiswissen zu Klinik, Diagnostik und Therapie. Stuttgart: Thieme-Verlag.

Hartmann B, Glitsch T, Görgens HW, Grosser V, Weber M, Schürmann J, Seidel D. 2007. Ein belastungskonformes Schadensbild der Gonarthrose durch Knien oder vergleichbare Kniebelastung? *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 42 (2): 64-67.

Hayashi D, Englund M, Roemer FW, Niu J, Sharma L, Felson DT, Michel D, Crema MD, Marra MD, Segal NA, Lewis CE, Nevitt MC, Guermazi A. 2012. Knee Malalignment is Associated with an Increased Risk for Incident and Enlarging Bone Marrow Lesions in the More Loaded Compartments: The MOST Study. *Osteoarthritis and Cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society* 20 (11): 1227–1233.

Hempfling H, Weise K. 2007. Begutachtung des Knorpelschadens. Klassifikation des Knorpelschadens – traumatisch versus nichttraumatisch. *DGU – Mitteilungen und Nachrichten* 29 (Suppl 1): 3-60.

Hofmann GO, Dwornik G, Zewdie S, Bergert H, Walther M, Braunschweig R. 2011. Gibt es ein typisches belastungskonformes Schädigungsbild des Kniegelenkes? Erste Erfahrungen in der Beurteilung der Gonarthrose als mögliche Berufskrankheit. *Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed* 46 (7): 411-425.

Horng A, Raa J, Zscharn M, König L, Notohamiprodjo M, Pietschmann M, Hoehne-Hückstädt U, Hermanns I, Glitsch U, Ellegast R, Hering K, Reiser M, Glaser C. 2011. Lokoregionäre Deformationsmuster im Patellarknorpel nach unterschiedlichen Belastungsparadigmen - hochauflösende 3-D-MR-Volumetrie bei 3T in vivo. *Fortschr Röntgenstr* 183 (5): 432-440.

Horng A. 2012. Bildgebende Befunde bei Gonarthrose. In: Schiltenswolf M, Grosser V, Thomann KD (Hrsg.). *Berufskrankheit Gonarthrose (BK 2112)*. [Reihe: Grundlagen der medizinischen Begutachtung.] Frankfurt: Referenz-Verlag.

Insall J. Disorders of the patella. In: Insall J (Ed). *Surgery of the Knee*: 191 – 260. New York: Churchill Livingstone.

Jäger M, Wirth CJ. 1986. *Praxis der Orthopädie*. 1. Auflage. Stuttgart, New York: Thieme-Verlag.

Jensen LK. 2005. Knee-straining work activities, self-reported knee disorders and radiographically determined knee osteoarthritis. *Scand J Work Environ Health* 31 [Suppl.2]: 68-74.

Kahn R1, Buse J, Ferrannini E, Stern M, American Diabetes Association, European Association for the Study of Diabetes. 2005. The metabolic syndrome: time for a critical appraisal: joint statement from the American Diabetes Association and the European Association for the Study of Diabetes. *Diabetes Care* 28 (9): 2289-2304.

Katz JD, Agrawal S, Velasquez M. 2010. Getting to the heart of the matter: Osteoarthritis takes its place as part of the metabolic syndrome. *Curr Opin Rheumatol* 22 (5): 512-519.

Kellgren JH, Lawrence JS. 1957. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis* 16 (4): 494-502.

Kellgren JH, Jeffrey MR, Ball J. 1963. Atlas of standard radiographs of arthritis. Vol II. The epidemiology of chronic rheumatism. Oxford: Blackwell Scientific.

Kim J, Xu M, Xo R, Mates A, Wilson GL, Pearsall AW 4th, Grishko V. 2010. Mitochondrial DNA damage is involved in apoptosis caused by pro-inflammatory cytokines in human OA chondrocytes. *Osteoarthritis Cartilage* 18 (3): 424-432.

Kirkeskov Jensen L. 2005. Knee-straining work activities, self-reported knee disorders and radiographically determined knee osteoarthritis. *Scand J Work Environ Health* 31 (Suppl 2): 68-74.

Klussmann A, Gebhardt H, Nübling M, Liebers F, Quirós Perea E, Cordier W, von Engelhardt LV, Schubert M, Dávid A, Bouillon B, Rieger MA. 2010. Individual and occupational risk factors for knee osteoarthritis: results of a case-control study in Germany. *Arthritis Res Ther* 12 (3): R88.

Krämer J, Grifka J. 2004. Orthopädie. 7. Auflage. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.

Kranig A, Otten H. 2009. Interdisziplinäres Fachgespräch „Gonarthrose“ (2007 Gustav-Stresemann-Institut Bonn). Berlin: Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung.

Lawrence JS, Aitken-Swan J. 1952. Rheumatism and miners. Part 1: Rheumatic complaints. Br J Ind Med 9 (1): 1-18.

Li M. 2010. MR-tomographischer Befund bei Patienten mit Kniegelenkbeschwerden in Abhängigkeit von der beruflichen und außerberuflichen Gelenkbelastung [Dissertation]. Jena: Friedrich-Schiller-Universität.

Liebers F, Latza U, Bolm-Audorff U, Eberth F, Gantz S, Grifka J, Schiltenswolf M, Spahn G, Vaitl T. 2012. Übergewicht in der Ätiologie der Gonarthrose. Trauma Berufskranh 14 (Suppl 4): 414-433.

Lotz MK. 2010. New developments in osteoarthritis. Posttraumatic osteoarthritis: pathogenesis and pharmacological treatment options. Arthritis Research and Therapy 12 (3): 211.

Loughlin J. 2005. The genetic epidemiology of human primary osteoarthritis: current status. Expert Rev Mol Med 7 (9): 1-12.

Loughlin J. 2005. Polymorphism in signal transduction is a major route through which osteoarthritis susceptibility is acting. Curr Opin Rheumatol 17 (5): 629-633.

Marshall J, Fetto J, Botero P. 1977. Knee ligament injuries: A standardized evaluation method. Clin Orthop Relat Res 123: 115-129.

Mayer F, Schmitt H, Dickhuth HH. 2003. Die Bedeutung von Sport in der Entstehung, Prävention und Rehabilitation der Arthrose. Akt Rheumatol 28 (4): 210-217.

McMillan G, Nichols L. 2005. Osteoarthritis and meniscus disorders of the knee as occupational disease in miners. Occup Environ Med 62 (8): 567-575.

Meulenbelt I, Min JL, Bos S, Riyazi N, Houwing-Duistermaat JJ, van der Wijk HJ, Kroon HM, Nakajima M, Ikegawa S, Uitterlinden AG, van Meurs JB, van der Deure WM, Visser TJ, Seymour AB, Lakenberg N, van der Breggen R, Kremer D, van Duijn CM, Kloppenburg M, Loughlin J, Slagboom PE. 2008. Identification of DIO2 as a new susceptibility locus for symptomatic osteoarthritis. *Hum Mol Genet* 17 (12): 1867-1875.

Meulenbelt I, Bos SD, Kloppenburg M, Lakenberg N, Houwing-Duistermaat JJ, Watt I, de Craen AJ, van Duijn CM, Slagboom PE. 2010. Interleukin-1 gene cluster variants with innate cytokine production profiles and osteoarthritis in subjects from the Genetics, Osteoarthritis and Progression Study. *Arthritis Rheum* 62 (4): 1119-1126.

Meulenbelt I, Bos SD, Chapman K, van der Breggen R, Houwing-Duistermaat JJ, Kremer D, Kloppenburg M, Carr A, Tsezou A, González A, Loughlin J, Slagboom PE. 2011. Meta-analyses of genes modulating intracellular T3 bio-availability reveal a possible role for the DIO3 gene in osteoarthritis susceptibility. *Ann Rheum Dis* 70 (1): 164-167.

Michael JWP, Schlüter-Brust KU, Eysel P. 2010. Epidemiologie, Ätiologie, Diagnostik und Therapie der Gonarthrose. *Dtsch Arztebl Int*; 107(9): 152-162.

Murphy SL, Lyden AK, Phillips K, Clauw DJ, Williams DA. 2011. The Association between Pain, Radiographic Severity, and Centrally-mediated Symptoms in Women with Knee Osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*, 63 (11): 1543–1549.

Nagura T, Matsumoto H, Kiriya Y, Chaudhari A, Andriacchi TP. 2006. Tibiofemoral joint contact force in deep knee flexion and its consideration in knee osteoarthritis and joint replacement. *J Appl Biomech* 22 (4): 305-313.

Nakagawa S, Kadoya Y, Todo S, Kobayashi A, Sakamoto H, Freeman MAR, Yamano Y. 2000. Tibiofemoral movement 3: full flexion in the living knee studied by MRI. J Bone Joint Surg Br 82 (8):1199-1200.

Oiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. 2009. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. Am J Sports Med 37 (7): 1434-1443.

Oiestad BE, Engebretsen L, Storheim K, Risberg MA. 2009. Knee osteoarthritis after anterior cruciate ligament injury: a systematic review. Am J Sports Med 37 (7): 1434-1443.

Outerbridge RE. 1961. The etiology of chondromalacia patellae. J Bone Joint Surg Br 43-B: 752 – 757.

Pauwels F. 1950. Über eine kausale Behandlung der Coxa valgans luxans. Z Orthop 79: 305-315.

Peterfy CG, Guermazi A, Zaim S, Tirman PF, Miaux Y, White D, Kothari M, Lu Y, Fye K, Zhao S, Genant HK. 2004. Whole-Organ Magnetic Resonance Imaging Score (WORMS) of the knee in osteoarthritis. Osteoarthritis Cartilage 12 (3): 177-190.

Pförringer W. 2007. Konservative Therapie bei Erkrankungen und Verletzungen des Femoropatellargelenkes. In: Jerosch J, Heisel J, Imhoff (Hrsg.). Fortbildung Orthopädie Traumatologie. Band 12: Knie. Darmstadt: Steinkopff-Verlag.

Puenpatom RA, Victor TW. 2009. Increased prevalence of metabolic syndrome in individuals with osteoarthritis: an analysis of NHANES III data. Postgrad Med 121 (6): 9-20.

Raynauld JP. 2003. Quantitative magnetic resonance imaging of articular cartilage in knee osteoarthritis. Curr Opin Rheumatol 15 (5) :647-650.

Recht MP, Resnick D. 1994. MR imaging of articular cartilage: current status and future directions. AJR Am J Roentgenol 163 (2): 283-290.

Roos EM, Toksvig-Larsen. 2003. Knee injury and Osteoarthritis Outcome Score (KOOS) – validation and comparison to the WOMAC in total knee replacement. Health Qual Life Outcomes 1: 17.

Rossignol M, Leclerc A, Hilliquin P, Allaert FA, Rozenberg S, Valat JP, Avouac B, Coste P, Savarieau B, Fautrel B. 2003. Primary osteoarthritis and occupations: a national cross sectional survey of 10,412 symptomatic patients . Occup Environ Med 60 (11): 882-886.

Sandmark H, Hogstedt C, Vingard E. 2000. Primary osteoarthritis of the knee in men and women as a result of lifelong physical load from work. Scand J Work Environ Health 26 (1): 20-25.

Schiltenswolf M, Grosser V, Thomann KD (Hrsg.). Berufskrankheit Gonarthrose (BK 2112). [Reihe: Grundlagen der medizinischen Begutachtung.] Frankfurt: Referenz-Verlag.

Schiltenswolf M, Liebers F, Bolm-Audorff U, Vaitl T, Grifka J, Eberth F, Spahn G, Steinbach M. 2112. Welche konkurrierenden Faktoren sind bei der Begutachtung der Gonarthrose zu berücksichtigen? In: Schiltenswolf M, Grosser V, Thomann KD (Hrsg.). Berufskrankheit Gonarthrose (BK 2112). [Reihe: Grundlagen der medizinischen Begutachtung.] Frankfurt: Referenz-Verlag.

Seidler A. 2112. Wissenschaftliche Erkenntnisse zur beruflichen und außerberuflichen Ätiologie der Gonarthrose. In: Schiltenswolf M, Grosser V, Thomann KD (Hrsg.). Berufskrankheit Gonarthrose (BK 2112). [Reihe: Grundlagen der medizinischen Begutachtung.] Frankfurt: Referenz-Verlag.

Seidler A, Bolm-Audorff U, Abolmaali N, Elsner G, Osteoarthritis Study Group. 2008. The role of physical work load in symptomatic osteoarthritis – a case-control study in Germany. J Occup Med Toxicol 3:

Spahn G. 2003. Arthroscopic revisions in failed meniscal surgery. Int Orthop 27 (6): 378-381.

Spahn G. 2006. Knorpelschaden und Gonarthrose. Teil I: Physiologie und Pathophysiologie des Knorpels und der Gonarthrose. Akt Traumatol 36 (5): 195-207.

Spahn G. 2006. Knorpelschaden und Gonarthrose. Teil II: Epidemiologie und Diagnostik von chondralen Schäden und der Gonarthrose. Akt Traumatol 36 (6): 259-271.

Spahn G, Schwank B, Bartsch R, Mückley T, Hofmann GO, Schiele R. 2007. Untersuchungen zur Bestimmung von krankheitsassoziierten Faktoren der Gonarthrose. Phys Med Rehab Kurort 17: 253-259.

Spahn, G, Peter M, Hofmann GO, Schiele R. 2010. Knorpelschaden des Kniegelenkes und berufliche Belastung. Ergebnisse einer arthroskopischen Studie. Z Orthop Unfall 148 (3): 292-299.

Spahn G, Eberth F, Gantz S, Grifka J, Liebers F, Schiltenswolf M, Vaitl T. 2012. Trauma. Trauma Berufskrankh 14 [Suppl 4]: 434–436.

Spahn G, Zagrodnik FD, Interdisziplinäre Wissenschaftliche Arbeitsgruppe. Begutachtungsempfehlung für die Berufskrankheit Nummer 2112 (Gonarthrose). Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) 2014. Online first (<http://www.dguv.de/medien/inhalt/versicherung/bk/empfehlungen/Begutachtung-BK2112-Stand-20140613.pdf>)

Stürmer T, Günther KP, Brenner H. 2000. Obesity, overweight and patterns of osteoarthritis: The Ulm Osteoarthritis Study. J Clin Epidemiology 53 (3):307-313.

Takahashi K, Kubo T, Kobayashi K, Imanishi J, Takigawa M, Arai Y, Hirasawa Y. 1997. Hydrostatic pressure influences mRNA expression of transforming growth factor β 1 and heat shock protein 70 in chondrocyte-like cell line. J Orthop Res 15 (1): 150-158.

Takahashi K, Kubo T, Arai Y, Kitajima I, Takigawa M, Imanishi J, Hirasawa Y (1998) Hydrostatic pressure induces expression of interleukin 6 and tumour necrosis factor alpha mRNAs in a chondrocyte-like cell line. *Ann Rheum Dis* 57: 231-236.

Tanamas S, Hanna FS, Cicuttini FM, Wluka AE, Berry P, Urquhart DM. 2009. Does knee alignment increase the risk of development and progression of knee osteoarthritis? A systematic review. *Arthritis Rheum* 61 (4): 459-467.

Vallotton JA, Meuli RA, Leyvraz PF, Landry M. 1995. Comparison between magnetic resonance imaging and arthroscopy in the diagnosis of patellar cartilage lesions. *Knee Surg Sports Traumatol Arthroscopy* 3 (3): 157-162.

Van Dijk GM, Dekker J, Veenhof C, Van Den Ende CHM. 2006. Course of functional status and pain in osteoarthritis of the hip or knee: A systematic review of the literature. *Arthritis Rheum* 55 (5): 779-785.

Vignon E, Valat JP, Rossignol M, Avouac B, Rozenberg S, Thoumie P, Avouac J, Nordin M, Hilliquin P. 2006. Osteoarthritis of the knee and hip and activity: a systematic international review and synthesis (OASIS). *Joint Bone Spine* 73 (4): 442-455.

Zacher J, Carl HD, Woboda B, Backhaus M. 2007. Bildgebung bei der Arthrose peripherer Gelenke. In: Deutsche Gesellschaft für Rheumatologie (Hrsg.). 2007. Bildgebende Verfahren in der Rheumatologie. Darmstadt: Steinkopff Verlag.

Zagrodnik FD, Bolm-Audorff U, Eberth F, Gantz S, Grifka J, Liebers F, Schiltenswolf M, Spahn G, Vaitl T. 2012. Außerberufliche Faktoren der Gonarthrose. *Trauma Berufskrankh* 14 (Suppl 4): 399–401.

8 Anhang

8.1. Anamnesebogen

1. Jetztigen Anamnese

a. Beschwerden am Kniegelenk:

- Beschwerden am rechten Kniegelenk: ☐ ja ☐ nein
 - Lokalisation: ☐ medial ☐ lateral
☐ Patella ☐ ausstrahlend
 - Beginn der Symptomatik:
 - Schmerz:
 - Ruheschmerzen ☐ ja ☐ nein
 - Belastungsschmerzen ☐ ja ☐ nein
 - Anlaufschmerzen ☐ ja ☐ nein
 - Spannungs-/Druck- und Schweregefühl: ☐ ja ☐ nein
- Beschwerden am linken Kniegelenk: ☐ ja ☐ nein
 - Lokalisation: ☐ medial ☐ lateral
☐ Patella ☐ ausstrahlend
 - Beginn der Symptomatik:
 - Schmerz:
 - Ruheschmerzen ☐ ja ☐ nein
 - Belastungsschmerzen ☐ ja ☐ nein
 - Anlaufschmerzen ☐ ja ☐ nein
 - Spannungs-/Druck- und Schweregefühl: ☐ ja ☐ nein
- Anmerkungen:
- schmerzfreie Gehstrecke: ☐ unbegrenzt ☐ eingeschränkt ☐ aufgehoben
- Bisherige Therapie/Diagnostik:
 - Medikamentöse Therapie: ☐ ja ☐ nein
Präparate, Dauer, Linderung, lokale oder systemische Applikation
 - Physiotherapie: ☐ ja ☐ nein
Form, Dauer und Linderung
 - Orthopädische Hilfsmittel:
 - ☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
 - ☐ Bandage ☐ Gips ☐ Orthese
 - ☐ Unterarmgehstützen/ Gehstock
 - Operationen/Punktionen:
 - ☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
 - Art:
 - Frühere Röntgen-/MRT- Aufnahmen:
 - Datum der Aufnahme:
 - Befund:
- Trauma: ☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
Art und Ursache:
- Bagateltrauma: ☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
Art und Ursache:

- Unfälle: ☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
Art und Ursache:
- Kreuzbandverletzungen: ☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
Art und Ursache:
- Entzündung/Erguß des Kniegelenkes
☐ rechtes Kniegelenk ☐ linkes Kniegelenk ☐ nein
Art und Ursache:
- Arbeitsunfähigkeit aufgrund von Kniegelenkserkrankungen:
☐ keine ☐ 1-mal ☐ 2-mal ☐ ≥ 3 -mal
- Stationäre Behandlungen aufgrund von Kniegelenkserkrankungen:
☐ keine ☐ 1-mal ☐ 2-mal ☐ ≥ 3 -mal
- Reha – Maßnahmen aufgrund von Kniebeschwerden:
☐ keine ☐ 1-mal ☐ 2-mal ☐ ≥ 3 -mal

b. Beschwerden an anderen Gelenken:

- Schulter ☐ ja ☐ nein
- Ellenbogen ☐ ja ☐ nein
- Handgelenke ☐ ja ☐ nein
- Finger ☐ ja ☐ nein
- Wirbelsäule ☐ ja ☐ nein
- Hüftgelenke ☐ ja ☐ nein
- Sprunggelenke ☐ ja ☐ nein
- Zehen ☐ ja ☐ nein

2. Eigenanamnese

a. Metabolische Parameter:

- Adipositas ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Arterielle Hypertonie ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Diabetes mellitus ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Hypertriglyceridämie ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Leberschaden ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Hyperurikämie/ Gicht ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.

b. Erkrankungen des Gefäßsystems:

- p AVK ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Thrombose ☐ ja ☐ nein
- Varikosis ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Chron. Ven. Insuffizienz ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Ulcus cruris ☐ ja ☐ nein \rightarrow seit ☐ < 5 J. ☐ 5-10 J. ☐ > 10 J.
- Arthrogenes Stauungssyndrom ☐ ja ☐ nein
- Chronisch venöses Fascienkompressionssyndrom ☐ ja ☐ nein

c. Begleiterkrankungen:

- Depression/Erschöpfung ☐ ja ☐ nein
- Chronisches Schmerzsyndrom ☐ ja ☐ nein
- Encephalo-/Polyneuropathie ☐ ja ☐ nein
- Angina pectoris/KHK ☐ ja ☐ nein
- Schlaganfall ☐ ja ☐ nein
- Chronische Bronchitis/COPD ☐ ja ☐ nein

- | | | |
|-----------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| - Emphysem | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Schilddrüsenüber/-unterfunktion | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - CTS | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Morbus Dupuytren | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Epicondylopathie | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Fibroostose/DISH | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Ulcus ventriculi/duodeni | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Cholelithiasis/Nephrolithiasis | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Tumorerkrankungen | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |

d. Operationen:

- | | | |
|---|-----------------------------|-------------------------------|
| - Arthroskopie/Knochen- und Gelenkeingriffe | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Phlebologische Operationen | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Andere | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
- Art:

e. Medikamenteneinnahme:

- | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| - Antihypertensiva | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Antidiabetika | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Statine | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |
| - Rheologika / Antikoagulanzen | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein |

Präparate:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.

3. Vegetative Anamnese

a. Allgemeinzustand: ☐ gut ☐ leicht reduziert ☐ stark reduziert

b. Ernährungszustand: ☐ reduziert ☐ kachektisch ☐ autroph ☐ adipös

- Körpergröße (in kg) ____ - Körpergewicht (in cm) ____ BMI (in kg/m²) ____

- (BMI = Body Mass Index = Körpergewicht in kg / (Körpergröße in m)²)

- Gewichtsverhalten ☐ < 5 Jahre konstant ☐ 5-10 Jahre konstant

(Konstant = ± 10kg) ☐ > 10 Jahre konstant ☐ wechselnd

c. Nikotin: ☐ Raucher ☐ Exraucher ☐ Nichtraucher

Raucher: 1 Zigarette/Tag, mind. 5 Zigaretten/Woche oder mind. 1 Packung Zigaretten/Monat oder 1 Zigarillo/Tag oder mind. 5 Zigarillos/Woche oder 2 Zigarren bzw Pfeifen/Woche

Exraucher: Rauchen seit mindestens 2 Jahren aufgegeben

__ Zigaretten/ __ Zigarren/ __ Pfeife pro Tag

__ Zigaretten/ __ Zigarren/ __ Pfeife pro Woche

Beginn des regelmäßigen Nikotinkonsums Im Alter von __ Jahren

Ende des regelmäßigen Nikotinkonsums Im Alter von __ Jahren

→ Packyears (= 1 Jahr mit durchschnittlichen täglichen Konsum von 20 Zigaretten oder 2 Jahre mit durchschnittlichen täglichen Konsum von 10 Zigaretten) _____

d. Alkohol: ☐ selten ☐ gelegentlich ☐ regelmäßig

4. Sportanamnese

- a. Fußball: ☐ ja ☐ nein → von ____ bis ____ → ____ Jahre
- b. Laufen: ☐ ja ☐ nein → von ____ bis ____ → ____ Jahre
- c. Tennis: ☐ ja ☐ nein → von ____ bis ____ → ____ Jahre
- d. Kraftsport: ☐ ja ☐ nein → von ____ bis ____ → ____ Jahre
- e. Leistungssport: Art: _____
☐ ja ☐ nein → von ____ bis ____ → ____ Jahre
- f. Sonstiges: Art: _____
☐ ja ☐ nein → von ____ bis ____ → ____ Jahre
- g. Sportliche Aktivitäten gesamt:
☐ keine ☐ wenig ☐ mäßig ☐ viel ☐ sehr viel


5. Familienanamnese


- a. Zwilling: ☐ eineiig ☐ zweieiig ☐ nein
- b. Arthrosen: ☐ ja, _____ ☐ nein
- Gonarthrose:
Vater ☐ ja ☐ nein; mit beruflicher Belastung ☐ ja ☐ nein
Mutter ☐ ja ☐ nein; mit beruflicher Belastung ☐ ja ☐ nein
Schwester ☐ ja ☐ nein; mit beruflicher Belastung ☐ ja ☐ nein
Bruder ☐ ja ☐ nein; mit beruflicher Belastung ☐ ja ☐ nein
- c. Bösartige Erkrankungen/Tumore: ☐ ja, _____ ☐ nein
- d. Krankheiten des Metabolischen Syndroms: ☐ ja, _____ ☐ nein
Welche
1.
2.
3.


6. Berufsanamnese


- a. Schulbildung: ☐ 9. Klasse ☐ 10. Klasse ☐ 12./ 13. Klasse
- b. Erlernter Beruf:
- c. Aktuelle Tätigkeit (Beruf):
- d. Am längsten ausgeübte(r) Tätigkeit (Beruf):
- e. Sonstige relevante Tätigkeiten:
- Untertagetätigkeit ☐ ja, ca. ____ Stunden / Tag und ____ Jahre ☐ nein
- Kniende Tätigkeit ☐ ja, ca. ____ Stunden / Tag und ____ Jahre ☐ nein
- f. Berufliche Belastung: Wurden während der beruflichen Tätigkeit folgende Körperhaltungen eingenommen?
- a. Hocken ☐ ja ☐ nein
- b. Knien mit abgestützten Oberkörper ☐ ja ☐ nein
- c. Knien ohne abgestützten Oberkörper ☐ ja ☐ nein
- d. Kriechen („Vierfüßlergang“) ☐ ja ☐ nein
- e. Fersensitz ☐ ja ☐ nein


Wenn ja,

Körperhaltung: Hocken 	1 Bei welchen Tätigkeiten wurde von Ihnen die abgebildete Körperhaltung eingenommen (z. B. Fliesenlegen, Montage, Pflastern)? Beruf / Tätigkeit:	
	2 Wie viele Minuten pro Arbeitstag haben Sie hierbei die abgebildete Körperhaltung eingenommen? Minuten	
	3 Wie viele Wochen pro Jahr? ... Wochen	Wie viele Jahre insgesamt? ... Jahre

Körperhaltung: Knien <u>ohne</u> abgestützten Oberkörper 	2 Wie viele Minuten pro Arbeitstag haben Sie hierbei die abgebildete Körperhaltung eingenommen? Minuten	
	3 Wie viele Wochen pro Jahr? ... Wochen	
	Wie viele Jahre insgesamt? ... Jahre	

Körperhaltung: Knien <u>mit</u> abgestützten Oberkörper 	2 Wie viele Minuten pro Arbeitstag haben Sie hierbei die abgebildete Körperhaltung eingenommen? Minuten	
	3 Wie viele Wochen pro Jahr? ... Wochen	
	Wie viele Jahre insgesamt? ... Jahre	

Körperhaltung: Kriechen („Vierfüßlergang“) 	2 Wie viele Minuten pro Arbeitstag haben Sie hierbei die abgebildete Körperhaltung eingenommen? Minuten	
	3 Wie viele Wochen pro Jahr? ... Wochen	
	Wie viele Jahre insgesamt? ... Jahre	

Körperhaltung: Fersensitz 	2 Wie viele Minuten pro Arbeitstag haben Sie hierbei die abgebildete Körperhaltung eingenommen? Minuten	
	3 Wie viele Wochen pro Jahr? ... Wochen	
	Wie viele Jahre insgesamt? ... Jahre	

g. Minderung der Erwerbstätigkeit:

☐ ja ☐ nein

Wenn ja, MdE von ____ %, aufgrund

_____.

Diagnose:

Therapie:

8.2. KOOS-Kniefragebogen

„KOOS“ KNIEFRAGEBOGEN

Datum: ____/____/____ Geburtsdatum: ____/____/____

Patienten Nr: _____

ANLEITUNG: Dieser Ankreuzbogen befragt Sie, welchen Eindruck Sie von Ihrem Knie haben. Die dadurch gewonnene Information wird uns helfen zu überwachen, wie es Ihnen mit Ihrem Knie geht und wie gut Sie in der Lage sind, Ihre üblichen Aktivitäten zu verrichten.

Beantworten Sie bitte jede Frage durch ankreuzen des zugehörigen Kästchens. Bitte nur ein Kästchen pro Frage ankreuzen. Wenn Sie sich unsicher sind, wie Sie die Frage beantworten sollen, wählen Sie die Antwort aus, die Ihnen am zutreffendsten erscheint.

Symptome

Diese Fragen beziehen sich auf Beschwerden von Seiten Ihres Kniegelenkes in der **vergangenen Woche**.

S1. Haben Sie Schwellungen an Ihrem Knie?

niemals ☐ selten ☐ manchmal ☐ oft ☐ immer ☐

S2. Fühlen Sie manchmal ein Mahlen, hören Sie manchmal ein Klicken oder irgendein Geräusch, wenn Sie Ihr Knie bewegen?

niemals ☐ selten ☐ manchmal ☐ oft ☐ immer ☐

S3. Bleibt Ihr Knie manchmal hängen, oder blockiert es, wenn Sie es bewegen?

niemals ☐ selten ☐ manchmal ☐ oft ☐ immer ☐

S4. Können Sie Ihr Knie ganz ausstrecken?

immer ☐ oft ☐ manchmal ☐ selten ☐ nie ☐

S5. Können Sie Ihr Knie ganz beugen?

immer ☐ oft ☐ manchmal ☐ selten ☐ nie ☐

Steifigkeit

Die nachfolgenden Fragen betreffen die Steifigkeit Ihres Kniegelenkes während der **letzten Woche**. Unter Steifigkeit versteht man ein Gefühl der Einschränkung oder Verlangsamung der Fähigkeit Ihr Kniegelenk zu bewegen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der letzten Woche erfahren haben.

S6. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit morgens direkt nach dem Aufstehen?

keine ☐ schwach ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark ☐

S7. Wie stark ist Ihre KniestEIFigkeit nach dem Sie saßen, lagen, oder sich ausruhten im **Verlauf des Tages**?

keine ☐ schwach ☐ mäßig ☐ stark ☐ sehr stark ☐

Schmerzen

P1. Wie oft tut Ihnen Ihr Knie weh?

niemals
☐

monatlich
☐

wöchentlich
☐

täglich
☐

immer
☐

Wie ausgeprägt waren Ihre Schmerzen in der **vergangenen Woche** als Sie z.B.:

P2. sich im Knie drehen?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P3. Ihr Knie ganz ausstrecken?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P4. Ihr Knie ganz beugen?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P5. auf ebenem Boden gehen?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P6. Treppen herauf oder heruntergehen?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P7. nachts im Bett liegen?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P8. saßen oder lagen, z.B. auf der Couch?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

P9. aufrecht standen?

keine
☐

schwach
☐

mäßig
☐

stark
☐

sehr stark
☐

Aktivitäten des täglichen Lebens

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Leistungsfähigkeit. Hierunter verstehen wir Ihre Fähigkeit sich selbständig zu bewegen bzw. sich selbst zu versorgen.

Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Welche Schwierigkeiten hatten Sie **letzte Woche** als Sie z.B.:

A1. Treppen herunterstiegen?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

A2. Treppen hinaufstiegen?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

A3. vom Sitzen aufstanden?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

Welche Schwierigkeiten hatten Sie **letzte Woche** als Sie z.B.:

A4. standen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A5. sich bückten um z.B. etwas vom Boden aufzuheben?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A6. auf ebenen Boden gingen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A7. ins Auto ein- oder ausstiegen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A8. einkaufen gingen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A9. Strümpfe/Socken anzogen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A10. vom Bett aufstanden?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A11. Strümpfe/Socken auszogen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A12. im Bett lagen und sich drehen, ohne das Knie dabei zu beugen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A13. in oder aus der Badewanne kamen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A14. saßen?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A15. sich auf die Toilette setzten oder aufstanden?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A16. schwere Hausarbeit verrichteten (schrubben, Garten umgraben, ...)?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

A17. leichte Hausarbeit verrichteten (Staub wischen, kochen, ...)?

keine	wenig	einige	große	sehr große
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Sport und Freizeit

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihre körperliche Belastbarkeit im Rahmen eher sportlicher Aktivitäten. Für jede der nachfolgenden Aktivitäten sollen Sie das Ausmaß der Schwierigkeiten angeben, welche Sie durch Ihr Kniegelenk innerhalb der **letzten Woche** erfahren haben.

Hatten Sie Schwierigkeiten **letzte Woche** als Sie z.B.:

SP1. in die Hocke gingen?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

SP2. rannten?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

SP3. hüpfen?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

SP4. sich auf Ihrem kranken Knie umdrehen?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

SP5. sich hinknieten?

keine
☐

wenig
☐

einige
☐

große
☐

sehr große
☐

Beeinflussung der Lebensqualität durch das betroffene Knie

Q1. Wie oft spüren Sie Ihr erkranktes Knie?

nie
☐

monatlich
☐

wöchentlich
☐

täglich
☐

immer
☐

Q2. Haben Sie Ihre Lebensweise verändert um eventuell Ihrem Knie schadende Tätigkeiten zu vermeiden?

nicht
☐

wenig
☐

etwas
☐

stark
☐

vollständig
☐

Q3. Wie sehr macht es Ihnen zu schaffen, daß Ihr Knie nicht stabil ist?

gar nicht
☐

wenig
☐

einiges
☐

schlimm
☐

sehr schlimm
☐

Q4. Wie würden Sie insgesamt die Schwierigkeiten bewerten die Sie durch das Knie haben?

keine
☐

wenig
☐

etwas
☐

große
☐

sehr große
☐

Vielen Dank für die Beantwortung aller Fragen dieses Fragebogens

8.3. Klinischer Untersuchungsbogen

1. Hüftgelenk

- a. Beckenstand: ☐ Beckengeradstand
☐ Beckenschiefstand (VA ____ cm rechts/links)
- b. Trendelenburg: ☐ rechts ☐ links ☐ nein
- c. Achse: ☐ physiologisch ☐ pathologisch
☐ Femur varum ☐ rechts ☐ links
☐ Außenrotationsfehler ☐ rechts ☐ links
☐ Innenrotationsfehler ☐ rechts ☐ links
- d. Schmerz: Bewegungsschmerz
 Rechts ☐ kontinuierlich ☐ endgradig ☐ nein
 Links ☐ kontinuierlich ☐ endgradig ☐ nein
 Leistendruckschmerz
☐ rechts ☐ links ☐ nein
 Trochanterklopfschmerz
☐ rechts ☐ links ☐ nein
 Zug-/Stauchungsschmerz
☐ rechts ☐ links ☐ nein
- e. Bewegungsmaße: Extension/Flexion Rechts ____ / ____ / ____ Links ____ / ____ / ____
 Abduktion/Adduktion Rechts ____ / ____ / ____ Links ____ / ____ / ____
 Außen-/Innenrotation Rechts ____ / ____ / ____ Links ____ / ____ / ____

2. Kniegelenk

- a. Gangbild: ☐ unauffällig ☐ pathologisch ☐ rechts ☐ links
☐ Schmerzhinken ☐ Verkürzungshinken
☐ Schonhinken ☐ Versteifungshinken
- b. Achse: ☐ physiologisch ☐ pathologisch
☐ Genu valgum ☐ rechts ☐ links
☐ Genu varum ☐ rechts ☐ links
☐ Genu recurvatum ☐ rechts ☐ links
 Intercondylärer Abstand: ____ cm
 Intermalleolärer Abstand: ____ cm
- c. Äußere Verletzungszeichen/Hämatom: ☐ rechts ☐ links ☐ nein
 Wenn ja, wo und welcher Art?
- d. Schwellung: Weichteilschwellung ☐ rechts ☐ links ☐ nein
 Kapselschwellung ☐ rechts ☐ links ☐ nein
- e. Hyperthermie: ☐ normal ☐ erhöht ☐ rechts ☐ links
- f. Erguß: Rechts ☐ gering ☐ prall ☐ tanzende Patella ☐ Punktion ☐ nein
 Links ☐ gering ☐ prall ☐ tanzende Patella ☐ Punktion ☐ nein
 Punktat: ☐ rein blutig ☐ frisch ☐ alt ☐ rein serös ☐ klar
☐ flockig ☐ trüb ☐ blutig serös ☐ diffus blutig
 Bakteriologisch – mikroskopische Untersuchung: ☐ ja, Ergebnis: ☐ nein
- g. Muskulatur: Rechts ☐ kräftig ☐ abgeschwächt ☐ verkürzt
☐ Athrophie
 Links ☐ kräftig ☐ abgeschwächt ☐ verkürzt
☐ Athrophie

- h. Umfangsmaße: 20 cm oberhalb des inneren Kniegelenkspaltes Rechts ___ cm
Links ___ cm
Kniescheibenmitte Rechts ___ cm
Links ___ cm
20 cm unterhalb des inneren Kniegelenkspaltes Rechts ___ cm
Links ___ cm
- i. Schmerz: Bewegungsschmerz
Rechts ☐ kontinuierlich ☐ endgradig ☐ nein
Links ☐ kontinuierlich ☐ endgradig ☐ nein
Druckschmerz ☐ medialer Gelenkspalt ☐ rechts ☐ links
☐ lateraler Gelenkspalt ☐ rechts ☐ links
☐ fem. Seitenbandansatz ☐ rechts ☐ links
☐ tib. Seitenbandansatz ☐ rechts ☐ links
☐ Femurkondyle ☐ rechts ☐ links
☐ Patellafacette ☐ rechts ☐ links
Patellaverschiebeschmerz ☐ rechts ☐ links ☐ nein
Zohlen – Zeichen ☐ rechts ☐ links ☐ nein
- j. Bewegungsmaße: Extension/Flexion Rechts ___ / ___ / ___ Links ___ / ___ / ___
- k. Patella: Rechts ☐ hypermobil ☐ normal ☐ straff
Führung bei Flexion ☐ zentralisiert ☐ lateralisiert rechts/links
Links ☐ hypermobil ☐ normal ☐ straff
Führung bei Flexion ☐ zentralisiert ☐ lateralisiert rechts/links
- l. Gelenkgeräusche: ☐ rechts ☐ links ☐ nein
☐ Krepitation ☐ Knirschen ☐ Reiben
- m. Meniskuszeichen
- | | Rechts | | | Links | | |
|--------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Payr | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | | <input type="checkbox"/> ja | <input type="checkbox"/> nein | |
| Steinmann I | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein |
| Steinmann II | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein |
| Böhler | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein |
| Mc Murray | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein |
| Appley | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein |
| Bragard | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein | <input type="checkbox"/> AM | <input type="checkbox"/> IM | <input type="checkbox"/> nein |
- n. Bandapparat:
- Innenband:
- Rechts 1. Neutralstellung ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
Links ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
2. 30° Flexionsstellung
Rechts ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
Links ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
- Außenband:
- Rechts 1. Neutralstellung ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
Links ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
2. 30° Flexionsstellung
Rechts ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
Links ☐ stabil ☐ I° ☐ II° ☐ III°
- Kreuzband:
- Rechts ☐ stabil ☐ Pivot shift ☐ Lachmann
☐ vordere Schublade
☐ hintere Schublade

Links	<input type="checkbox"/> stabil <input type="checkbox"/> Pivot shift <input type="checkbox"/> Lachmann
	<input type="checkbox"/> vordere Schublade
	<input type="checkbox"/> hintere. Schublade

3. Sprunggelenk

- a. Achse/Stellung: ☐ physiologisch ☐ pathologisch
- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Pes planus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Pes excavatus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Pes valgus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Pes varus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Pes equinus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Pes adductus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
| <input type="checkbox"/> Pes supinatus | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links |
- b. Schmerz:
- Bewegungsschmerz
- | | |
|--------|--|
| Rechts | <input type="checkbox"/> kontinuierlich <input type="checkbox"/> endgradig <input type="checkbox"/> nein |
| Links | <input type="checkbox"/> kontinuierlich <input type="checkbox"/> endgradig <input type="checkbox"/> nein |
- Druckschmerz
- | | |
|--------|---|
| Rechts | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| | <input type="checkbox"/> Gelenkspalt <input type="checkbox"/> dorsal <input type="checkbox"/> ventral |
| | <input type="checkbox"/> Mall. lat <input type="checkbox"/> Mall. med. |
| Links | <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein |
| | <input type="checkbox"/> Gelenkspalt <input type="checkbox"/> dorsal <input type="checkbox"/> ventral |
| | <input type="checkbox"/> Mall. lat <input type="checkbox"/> Mall. med. |
- c. Bewegungsmaße:
- Dorsalext./Plantarflex. Rechts __/__/__ Links __/__/__
- Pronation/Supination Rechts __/__/__ Links __/__/__

4. Durchblutung

- a. Arterien:
- | | |
|-----------------------|--|
| A. femoralis | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein |
| A. poplitea | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein |
| A. tibialis posterior | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein |
| A. dorsalis pedis | <input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein |

$$\text{ankle brachial index} = RR_{\text{syst}} A. \text{dorsalis pedis} / RR_{\text{syst}} A. \text{brachialis} \quad \text{ABI} = \underline{\hspace{2cm}}$$

- b. Venen:

- Varizen:

Stammvarikose	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
- V. saphena magna	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
- V. saphena parva	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Seitenastvarikose	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Perforansvarikose	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Retikuläre Varikose	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Besenreiser	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein

- trophische Störungen:

Ödem	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
- generalisiert	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
- lokal	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Corona phlebectatica	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Dermatoliposklerose	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Hyperpigmentierung	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Atrophie blanche	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein
Ulcerationen	<input type="checkbox"/> rechts <input type="checkbox"/> links <input type="checkbox"/> nein

- Test nach Perthes:

Rechts	<input type="checkbox"/> Entleerung	<input type="checkbox"/> Füllung
Links	<input type="checkbox"/> Entleerung	<input type="checkbox"/> Füllung

- Test nach Trendelenburg:

Rechts	<input type="checkbox"/> Füllung von dist.	<input type="checkbox"/> Füllung v. prox.†
Links	<input type="checkbox"/> Füllung von dist.	<input type="checkbox"/> Füllung v. prox.†

- Zeichen nach Dow:

Rechts	<input type="checkbox"/> negativ	<input type="checkbox"/> Cockett I – III
	<input type="checkbox"/> Boyd <input type="checkbox"/> Dodd	<input type="checkbox"/> Bassi- Perforans
Links	<input type="checkbox"/> negativ	<input type="checkbox"/> Cockett I – II
	<input type="checkbox"/> Boyd <input type="checkbox"/> Dodd	<input type="checkbox"/> Bassi- Perforans

5. Motorik

	Rechts		Links	
a. Kniebeugung (L ₃)	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt
b. Kniestreckung (L ₄)	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt
c. Fuß-/ Zehenheber (L ₅)	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt
d. Fuß-/ Zehensenkter (S ₁)	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> abgeschwächt
Schweregrad	<input type="checkbox"/> M0	<input type="checkbox"/> M1	<input type="checkbox"/> M2	<input type="checkbox"/> M3
			<input type="checkbox"/> M4	<input type="checkbox"/> M5

6. Neurologie

a. Reflexe		Rechts		Links
Patellarsehne (L ₄)		<input type="checkbox"/> lebhaft	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> gesteigert	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> abgeschwächt	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> nicht auslösbar	<input type="checkbox"/>	
Achillessehne (S ₁)		<input type="checkbox"/> lebhaft	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> gesteigert	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> abgeschwächt	<input type="checkbox"/>	
		<input type="checkbox"/> nicht auslösbar	<input type="checkbox"/>	
b. Sensibilität	<input type="checkbox"/> intakt	<input type="checkbox"/> Hypästhesie	<input type="checkbox"/> Parästhesie	<input type="checkbox"/> Dysästhesie
	Rechts	Dermatom _____		
		Peripherer Nerv _____		
	Links	Dermatom _____		
		Peripherer Nerv _____		

9 Lebenslauf, Publikationen, Vorträge

9.1. Lebenslauf

Name:	Gordon Dwornik
Geburtsdatum:	06. Februar 1978
Geburtsort:	Luckenwalde
06/1997	Allgemeine Hochschulreife am „Friedrich-Gymnasium“ Luckenwalde
10/1998 bis 09/1999	Ausbildung zum Krankenpfleger an der Krankenpflegeschule am DRK-Krankenhaus Luckenwalde
10/1999 bis 05/2008	Studium der Humanmedizin an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
02/2007 bis 01/2008	Praktisches Jahr an den Berufsgenossenschaftlichen Kliniken Bergmannstrost Halle
10/2008	Beginn der Facharztweiterbildung Orthopädie und Unfallchirurgie an der Klinik für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie, Berufsgenossenschaftliche Kliniken Bergmannstrost Halle Ärztlicher Direktor Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G.O. Hofmann
05/2010 bis 07/2011	Rotation im Rahmen der Weiterbildung in das Zentrum für Rückenmarkverletzte und Klinik für Orthopädie, Berufsgenossenschaftliche Kliniken Bergmannstrost Halle Direktor Dr. med. K. Röhl
07/2013 bis 12/2013	Rotation im Rahmen der Weiterbildung auf die Interdisziplinäre Intensivstation, Klinik für Anästhesiologie, Intensiv- und Notfallmedizin sowie für Schmerztherapie, Berufsgenossenschaftliche Kliniken Bergmannstrost Halle Direktor Priv.-Doz. Dr. med. R. Stuttmann

9.2. Publikationen und Vorträge

9.2.1. Publikationen

Erstautor:

Dwornik G, Zewdie S, Bergert H, Walther M, Braunschweig R, Hofmann GO. 2012. Die BK 2112 aus gutachterlicher Sicht - Eine Darstellung zur Anerkennung empfohlener Fälle. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 47 (10): 536-549.

Dwornik G, Weiss T, Hofmann GO, Brückner L. 2015. Stumpf- und Phantomschmerzen – Ursachen – Therapieansätze. Orthopäde. (in press).

Koautor:

Hofmann GO, Dwornik G, Zewdie S, Bergert H, Walther M, Braunschweig R. 2011. Gibt es ein typisches belastungskonformes Schädigungsbild des Kniegelenkes? Erste Erfahrungen in der Beurteilung der Gonarthrose als mögliche Berufskrankheit. Arbeitsmed Sozialmed Umweltmed 46 (7): 411-425.

Brückner L, Dwornik G, Hofmann GO. 2014. Amputationen am Unterschenkel – Versorgungskriterien. Orthopädie-Technik 65 (3): 38-45.

Spahn G, Zagrodnik FD, Interdisziplinäre Wissenschaftliche Arbeitsgruppe. 2014. Begutachtungsempfehlung für die Berufskrankheit Nummer 2112 (Gonarthrose). Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV) 2014. Online first (<http://www.dguv.de/medien/inhalt/versicherung/bk/empfehlungen/Begutachtung-BK2112-Stand-20140613.pdf>).

Ullrich B, Kern BC, Dwornik G. 2015. Klinische Untersuchung der Wirbelsäule. In: Hofmann GO (Hrsg.). Traumatologisch-Orthopädischer Untersuchungskurs. 1. Auflage. München: Elsevier-Verlag. (in press).

Wilharm A, Dwornik G. 2015. Klinische Untersuchung des Kniegelenkes. In: Hofmann GO (Hrsg.). Traumatologisch-Orthopädischer Untersuchungskurs. 1. Auflage. München: Elsevier-Verlag. (in press).

9.2.2. Vorträge

Eine neue Berufskrankheit - Erste Erfahrungen in der Begutachtung der berufsbedingten Gonarthrose (BK 2112). Deutscher Kongress für Orthopädie und Unfallchirurgie, 75. Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Unfallchirurgie, 97. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Orthopädische Chirurgie, 52. Tagung des Berufsverbandes der Fachärzte für Orthopädie; 20111025-20111028; Berlin; DOCWI69-369 /20111018; German Medical Science GMS Publishing House; Düsseldorf.

10 Danksagung

Herrn Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G.O. Hofmann danke ich herzlich für die Überlassung des Themas, für seine freundliche Unterstützung und Betreuung und seine hilfreichen Ratschläge. Außerdem danke ich ihm für die Ausbildung, die ich in seiner Klinik genießen darf. Am meisten habe ich für seine unendliche Geduld und Motivation zu danken.

Frau Susanne Lehmann danke ich für ihr Organisationstalent, die Bearbeitung meiner Heilverfahrenskontrollen und Gutachten und dafür, dass sie immer ein freundliches und motivierendes Wort übrig hat.

Herrn Dr. med. Th. Handschuh danke ich für das Lehren der Untersuchungstechniken, Herrn PD Dr. med. Th. Mendel für seine Hinweise zur formalen Gestaltung und Motivation auch nach Rückschlägen.

Frau Beate Fratzky habe ich für ihre Vorschläge und anregenden Gespräche zur Rechtschreibung, Ausdruck und Grammatik zu danken.

Großer Dank gilt meiner Mutter, Vater, Bruder und meinen Freunden. Ohne sie wäre mein ganzer Werdegang sicher anders verlaufen. Vielen Dank dafür, dass sie immer da sind und mir immer das Gefühl geben, das Richtige zu tun.

Ein besonders liebevolles Dankeschön gilt meiner Lebensgefährtin Dorothea Elisabeth Ihlefeld, die mich in jeder Situation unterstützt und motiviert hat und mir einen wundervollen kleinen Sohn Oskar Georg Anton schenkte, der mir am zähen Ende den nötigen Motivationsschub gab.

11 Ehrenwörtliche Erklärung

Hiermit erkläre ich, Gordon Dwornik, dass mir die Promotionsordnung der Medizinischen Fakultät der Friedrich-Schiller-Universität Jena bekannt ist, ich die Dissertation selbst angefertigt habe und alle von mir benutzten Hilfsmittel, persönliche Mitteilungen und Quellen meiner Arbeit angegeben sind, mich folgende Personen bei der Auswahl und Auswertung des Materials sowie bei der Herstellung des Manuskripts unterstützt haben:

Prof. Dr. med. Dr. rer. nat. G. O. Hofmann,

die Hilfe eines Promotionsberaters nicht in Anspruch genommen wurde und dass Dritte weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen von mir für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen,

dass ich die Dissertation noch nicht als Prüfungsarbeit für eine staatliche oder andere wissenschaftliche Prüfung eingereicht habe und

dass ich die gleiche, eine in wesentlichen Teilen ähnliche oder eine andere Abhandlung nicht bei einer anderen Hochschule als Dissertation eingereicht habe.

Halle (Saale), den 20.05.2015

Gordon Dwornik